

Министерство образования
и науки Российской Федерации



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Сборник трудов XVI международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая, 2022 г.) включает статьи, посвященные различным теоретическим и практическим аспектам экологической безопасности

Кафедра Экономики природопользования

Научное электронное текстовое издание

© УрФУ

2022

Рецензенты:

д-р экон. наук, проф. *В. А. Антропов* (Уральский государственный университет путей сообщения);

д-р экон. наук, проф. *В. П. Ануфриев* (Уральский центр энергосбережения и экологии)

Редакционная коллегия:

Председатель – д-р техн. наук, проф. *Е. Р. Магарил* (отв. редактор)

Члены редколлегии:

канд. хим. наук, доц. *И. В. Рукавишникова* (отв. за выпуск);

канд. экон. наук, доц. *М. В. Березюк*;

канд. биол. наук, доц. *Ю. В. Пластинина*;

канд. экон. наук, доц. *А. В. Румянцева*;

канд. хим. наук, доц. *Л. М. Теслюк*.

Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVI международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая 2022 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2022. – 292 с.

В сборник включены статьи, представленные на XVI международную научно-практическую конференцию «Система управления экологической безопасностью». Материалы охватывают широкий диапазон научно-методологических, теоретических и прикладных аспектов обеспечения экологической безопасности.

Особое внимание ученые вузов и научно-исследовательских институтов, инженеры-экологи, сотрудники государственных органов, аспиранты, магистранты и бакалавры, принявшие участие в конференции, уделили анализу воздействия промышленного и автотранспортного комплекса на окружающую среду, вопросам реализации инновационных разработок, направленных на выявление и снижение техногенного воздействия на среду обитания, экономическому и правовому регулированию природопользования, формированию экологического мировоззрения.

Ответственность за содержание публикуемых материалов несут авторы статей.

© Уральский федеральный университет, 2022

Оглавление

РАЗДЕЛ 1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ 8

Д. А. Журавлев, Е. Р. Магарил. ЭКСТЕРНАЛИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ:
ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ 8

Г. А. Лоев. ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОМА, КАК ФАКТОР
СБЕРЕЖЕНИЯ ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ 16

Е. А. Лоев. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РОССИИ
УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ТОПЛИВНЫМИ РЕСУРСАМИ 24

Н. Г. Пустохина, М. Н. Игнатьева, А. Н. Иванов. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ФОРМА ПОЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ 31

В. В. Юрак, А. Н. Иванов, М. Н. Игнатьева, В. Е. Стровский. УЧЕТ
ПРИРОДНОГО ФАКТОРА ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ 36

РАЗДЕЛ 2. ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 41

А. А. Давлетбаева, А. А. Курганская, А. Е. Семерикова, М. В. Березюк.
ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА В РАМКАХ
НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ 41

А. О. Ильинская. РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПО СНИЖЕНИЮ
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ УНИВЕРСИТЕТА 48

А. П. Караева, Е. Р. Магарил. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОССИЙСКИХ
ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ 53

О. В. Литвинова. ПОТЕНЦИАЛ УВЕЛИЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И
СПОСОБЫ ИХ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ 59

Г. А. Лоев, Ю. В. Пластинина. РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И
СБЫТА МЕТАЛЛОЛОМА В РФ 65

А. Е. Семерикова, А. В. Румянцева. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАНАДЫ 70

А. С. Чердакова, С. В. Гальченко. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИРОДООХРАННОЙ
ПОЛИТИКИ РОССИИ В АСПЕКТЕ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ»
ТЕХНОЛОГИЙ 76

М. А. Юрчик. ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАМЕНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СУШИ РЕСУРСАМИ МОРСКОЙ ВОДЫ И ДНА ОКЕАНА	82
РАЗДЕЛ 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И	
ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.	
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	89
С. Е. Баранцева, Л. А. Шибека, Ю. А. Климош, И. М. Азаренко. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ФИЛЬТРЕ С ЗЕРНИСТОЙ ПЕРЕГОРОДКОЙ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНОГО ЩЕБНЯ	89
А. Ю. Варавинова, Н. А. Жогов, Е. С. Кузнецов, Д. В. Ступина, С. В. Тарасиков, Д. А. Филиппова, М. В. Волкова. СТАЦИОНАРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ ЦИАНОБАКТЕРИЙ.....	96
К. В. Ермакова, Т. М. Сабирова. ОЦЕНКА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ МАРКИ АГ-3 ДЛЯ ДООЧИСТКИ БИОХИМОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КХП.....	100
М. В. Гранкин, Н. А. Звягинцева. МАЙНИНГ КРИПТОВАЛЮТ: ВОПРОСЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЮ	105
А. А. Курганская, А. В. Румянцева. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ.....	112
Т. И. Панина, Н. А. Третьякова. АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	118
А. М. Петров, М. Н. Струкова. АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХОГО МОЛОКА (ОАО «МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД», Г. ИРБИТ).....	123
В. В. Романенко, Д. Е. Ильиных, М. В. Волкова. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ. .	127
А. В. Румянцева, Е. О. Сторожева. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	131
И. А. Рысаева. АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОСВОЕННОСТИ БАССЕЙНА РЕКИ КАМА КАК ФАКТОР ВОДНОГО КОНФЛИКТА	138
Е. И. Царицон, Т. М. Сабирова, И. Ш. Авад. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОДЕСТРУКЦИИ ДЕТЕРГЕНТОВ.....	144

Д. А. Шилкина, Л. В. Струкова. СИСТЕМА ОЧИСТКИ НИЗКОАКТИВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ФГУП «ПО "МАЯК"»	149
РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ .	153
И. Ш. Авад, Т. М. Сабирова, Е. И. Царицон. ВЛИЯНИЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОТСТОЙНИКОВ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК.....	153
Е. Л. Борцова. ПЕРЕРАБОТКА СЫВОРОТКИ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	158
Ю. В. Гарифулина, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НОРВЕГИИ	162
Л. С. Герасимович, Л. А. Веремейчик. РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	169
А. А. Давлетбаева, Л. М. Теслюк. РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА САУДОВСКОЙ АРАВИИ	173
А. С. Дунская, Л. М. Теслюк. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ГАЗΟΣНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	178
П. И. Ефремов, И. А. Шихов, А. Ю. Коняев. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУКЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ	183
О. С. Залыгина, В. И. Чепрасова, В. М. Кононович. ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	189
А. О. Ильинская, И. Ю. Каменский, И. А. Коняев. ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ	194
И. В. Мелихов. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛОПАТОК В ОСЕВОМ КОМПРЕССОРЕ	199
Э. С. Пилипчук, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЗАХСТАНЕ	204

В. А. Снегирев, Т. М. Сабирова. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИСЛЕДОВАНИЕ БИОЦЕНОЗА И СТРУКТУРЫ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	209
Е. О. Сторожева, Е. Р. Магарил. ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ.....	214
В. Д. Федченко, Н. А. Котова, Н. В. Дукмасова. РОЛЬ НЕФТИ В ФЕДЕРАЛЬНОМ БЮДЖЕТЕ РОССИИ	218
К. В. Хацевский, Н. С. Бакулина. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	223
М. Р. Чащин, Е. Р. Магарил. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ: БИОГАЗ МУСОРНЫХ ПОЛИГОНОВ	229
В. И. Чепрасова, О. С. Залыгина, Ю. Д. Бутор. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОПА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	236
В. М. Юрк. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ	240
A. Garmasa, I. Yermak, M. Balakir. PREREQUISITES FOR INCREASING PELLET PRODUCTION IN BELARUS.....	245
РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ	251
И. Е. Алексеева, А. М. Бессонова, Т. В. Богданов, Ю. Л. Малкова. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ».....	251
В. Г. Лисиенко ¹ , Ю. Н. Чесноков ¹ , А. В. Лаптева. РИСКИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ОТ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ	257
В. С. Мушников, В. В. Вьюхин, Н. А. Шакирова, Н. А. Печнина, Т. А. Ярина, В. И. Лихтенштейн. ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОБЪЕКТЕ ЭКОНОМИКИ	262

А. А. Цыганова. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ГЕРБИЦИДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ.....	267
I. Yermak, A. Garmasa, M. Balakir. FOREST RESTORATION AND FORESTRY ON TERRITORIES CONTAMINATED WITH CESIUM-137.....	272
РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА	277
С. А. Гиясов. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА.....	277
А. А. Ханжина. ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ И СИСТЕМЫ ЦЕННОСТЕЙ КРУГОВОЙ ЭКОНОМИКИ.....	281
А. А. Ханжина, М. В. Березюк. ЗЕЛЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ FASHION ИНДУСТРИИ.....	286

РАЗДЕЛ 1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д. А. Журавлев, Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКСТЕРНАЛИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ: ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

The article reviews data on externalities of waste processing systems. Analytical research in the field of waste processing system were summarized.

В настоящее время ощущается заметный рост мирового запроса на внимательное отношение к окружающей среде во всех сферах общественной деятельности, а также заботы о природе, экологичности производства товаров и услуг. С развитием потребления становится очевидным негативное воздействие производимых человечеством отходов на природные системы и качество жизни самих людей.

Практика переработки отходов уже доказала свою пользу в таких странах как Швеция, Бельгия, Швейцария, Германия [1, 2]. Внедрение передовых практик с соответствующим уровнем менеджмента позволит решить вопросы территорий, где особенно остро стоит проблема возрастающего уровня загрязнения. Современная система управления отходами, а именно, система переработки мусора, позволит получить не только объективный эффект в снижении количества отходов, но и положительно повлияет на другие сферы общественной жизни.

Кроме этого, важность темы подтверждается Целями в области устойчивого развития (ЦУР) [3] Организации Объединенных Наций. Одна из целей напрямую показывает важность внедрения системы переработки отходов – это Цель 12: «Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства». Обозначенные ООН Цели поддержаны и Россией, а также указаны на сайте Федеральной службы государственной статистики. Россия

выработала Национальный набор показателей ЦУР, который предназначен для осуществления контроля за достижением целей устойчивого развития на национальном уровне.

В 2014 году по всей России находилось чуть более тысячи полигонов, более 10 тыс. санкционированных и более 70 тыс. несанкционированных свалок.

В 2020 году на территории Российской Федерации было образовано 48462,0 тыс. т ТКО, что на 21 % ниже уровня 2019 года (61147,6 млн т). Общая масса ТКО, захороненных в 2020 году, составила 36097,4 млн т, или 74 % от общего объема образования ТКО [4]. В 2021 году основным способом обращения с отходами и твердыми коммунальными отходами (ТКО) для Российской Федерации все еще являлось захоронение.

Обращаясь к региональному уровню, необходимо отметить, что в Свердловской области планируется строительство мусоросортировочных комплексов (МСК), а также цехов производства альтернативного топлива (*Refuse Derived Fuel*) [5]. Эксплуатация мусоросортировочных комплексов является основополагающим условием для последующего использования получаемого сырья. Степень экологичности *RDF* нуждается в подтверждении.

На данный момент основная масса твердых коммунальных отходов складировается и увеличивается в объеме. Общее количество ТКО, образованных в Свердловской области, по данным отчетности, представляемой хозяйствующими субъектами в Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области, а также региональными операторами по обращению с ТКО – в областное Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства, приведено в таблице 1 [5].

Таблица 1

Общая масса твердых коммунальных отходов за 2016–2020 годы в
Свердловской области

Годы	Образовано ТКО (тыс. т)	Обработано, утилизировано и обезврежено ТКО (тыс. т)
2016	1285,5	163,4
2017	1414,0	155,9
2018	1542,0	139,9
2019	1513,4	144,2
2020	1470,6	183,3

Рассмотрим подробнее данные Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Свердловской области об усредненном морфологическом составе ТКО (табл. 2) [5].

Таблица 2

Морфологический состав ТКО в среднем по Свердловской области

Номер строки	Компоненты	Доля в массе ТКО (%)
1	Пищевые отходы	17,20
2	Бумага, картон	23,26
3	Дерево	1,35
4	Металл черный	0,85
5	Металл цветной	1,28
6	Текстиль	3,94
7	Стекло	9,48
8	Кожа, резина	1,89
9	Камни	2,17
10	Пластмассы, в том числе:	14,89
11	Полиэтилентерфталаты	3,06
12	Композитная упаковка	2,03
13	Прочее	7,10
14	Отсев (менее 15 мм)	14,56
15	ТКО	100,00

Как следует из данных, приведенных в таблице, можно с уверенностью говорить о необходимости дальнейших преобразований работы с ТКО, т. к. проводимые идентификация и сортировка компонентов сейчас не имеют логического продолжения и заканчиваются складированием.

В юридической литературе не раз отмечались преимущества переработки отходов производства и потребления перед их утилизацией на полигоне, приводящей к следующим последствиям [6]:

- 1) постоянному отчуждению государством земель для строительства новых полигонов и площадок для мусора;
- 2) неэффективному использованию природных ресурсов;
- 3) загрязнению окружающей среды;
- 4) угрозе жизни и здоровью населения.

На санкционированных и легализованных свалках России случаются периодические выбросы, ухудшающие экологическую обстановку соседних поселений, а также отрицательно влияющие на здоровье граждан [7, 8]. Темп образования отходов с каждым годом растет. Рисков, связанных с этим, становится все больше [8]. Экологическое состояние свалок говорит о том, что необходимо изучать и применять опыт санации старых полигонов и создавать условия для раздельного сбора и переработки мусора [9].

Кроме полной замены и озеленения свалок также можно предложить их модернизацию, что существенно повлияет на экологию соседних районов. Рассмотрим пример пути, пройденного полигоном «Тимохово», от обычного захоронения ТКО до использования возобновляемых источников энергии на уровне современного энергетического комплекса [10].

Исследования, которые были направлены на поиск воздушных выбросов до и после новой системы утилизации, показали, что усовершенствование полигонов возможно со следующими изменениями:

- снижение выброса в атмосферу загрязняющих веществ;
- мониторинг выбросов с учетом содержания и изменения группового и компонентного состава под влиянием воздействия новой технологии;
- сохранение здоровья граждан ближайших поселений.

Развитие национального проекта «Экология» должно позволить снизить объемы захоронений ТКО. Внедрение комплексной системы обращения с

отходами постепенно осуществляется, выполняются отдельные задачи, которые поэтапно должны привести к необходимому результату.

В контексте рассматриваемой темы интересна практика шведской компании *Avfall Sverige* – ассоциации по обращению с отходами и их переработке, в которую входят 400 предприятий государственного и частного секторов по управлению отходами и их переработке. 99,9 % населения Швеции так или иначе взаимодействует с этой ассоциацией. Члены *Avfall Sverige* следят за тем, чтобы отходы собирались и перерабатывались во всех муниципалитетах страны. В соответствии с концепцией «*Zero waste*», шведские муниципалитеты и компании являются посредниками для перехода к минимизации и повторному использованию отходов. Их базовая идея – это профилактика образования отходов. Это является приоритетным шагом в иерархии методов работы с отходами. Это приоритет как шведского, так и европейского законодательства по отходам. Благодаря многочисленным усилиям государства и гражданского общества удалось не только создать систему, отслеживающую движение отходов, но и использовать более 98 % ранжированных отходов в пользу национальной экономики [11].

Управление отходами в Швеции направлено на достижение максимальной экологической и социальной пользы. Льготы поощряют заинтересованные стороны, включая производителей продукции, дистрибьюторов, другие предприятия, муниципалитеты и домашние хозяйства, принимать активное участие в процессе [12].

Подводя итог, можно сказать, что качественное развитие системы переработки отходов позволит проявиться следующим экстерналиям:

- предотвращение потенциальных экологических катастроф;
- улучшение экономики за счет использования отходов в нескольких экономических циклах;
- рациональное использование земель, ранее занятых полигонами и загрязнением;

- рост сознательности и ответственности граждан, домашних хозяйств, компаний, муниципальных образований и т. д.
- снижение негативного влияния на здоровье граждан, т. к. избавление от мусорных захоронений и полигонов уменьшит количество вредных веществ в атмосфере ближайших районов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скриган, А. Ю., Шилова, И. В., Мельникова, И. С., Щур, А. В. Сравнительная оценка системы обращения с твердыми коммунальными отходами в Беларуси, России и Казахстане // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2017. – № 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goo.su/yEAANL> (дата обращения: 02.04.2022).
2. Мочалова, Л. А., Гриненко, Д. А., Юрак, В. В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия УГГУ. – 2017. – № 3 (47). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goo.su/HNбMY9p> (дата обращения: 01.04.2022).
3. Организация Объединенных Наций. 17 Целей в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 02.04.2022).
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2021. – 844 с.
5. Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления на территории Свердловской области. – Министерство энергетики и ЖКХ Свердловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://energy.midural.ru/wp-content/uploads/2021/11/p_15.11.2021_499_ts.pdf (дата обращения: 01.04.2022).
6. Попкова, В. А. Влияние отходов производства и потребления на рациональность использования природных ресурсов // Журнал «Право.

Законодательство. Личность» – 2014. – № 1 (18). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=23250473&> (дата обращения: 03.04.2022).

7. Калинина, М. О. Сероводород как фактор экологической опасности газообразных выбросов со свалок // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018. – С. 582–583. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35632983&> (дата обращения: 01.04.2022).

8. Недетский выброс: как в Волоколамске свалка отравила школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.rbc.ru/politics/21/03/2018/5ab287079a794710fb181795> (дата обращения: 03.04.2022).

9. Алешина, Т. А., Чернышев, С. Н. Современное геэкологическое состояние свалок и полигонов твердых бытовых отходов Московской области и пути решения // Вестник МГСУ. – 2012. – № 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goo.su/F4ul> (дата обращения: 04.04.2022).

10. Малышева, А. Г., Козлова, Н. Ю., Растянников, Е. Г., Ермаков, А. А., Шохин В. А. Физико-химические исследования для оценки химической безопасности и эффективности применения новой системы очистки свалочного газа на полигоне твердых бытовых отходов // Гигиена и санитария. – 2017. – № 11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://goo.su/JSZuKqZ> (дата обращения: 01.04.2022).

11. Сайт Компании Avfall Sverige. Статистика и управление отходами в Швеции за 2018 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/Publikationer/SAH_2019_EN.pdf (дата обращения: 01.04.2022).

12. Сайт Swedish Cleantech. GREENTECH. THE SWEDISH EXPERIENCE & EXPERTISE // Шведский научно-исследовательский институт окружающей среды IVL [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://swedishcleantech.com/wp-content/uploads/2018/02/cts-greentech-report.pdf> (дата обращения: 01.04.2022).

D. A. Zhuravlev,
Supervisor: E. R. Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

EXTERNALITIES OF RECYCLING: IMPACT ON QUALITY OF LIFE

Г. А. Лоев,
Научный руководитель Е.Р.Магарил
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОМА, КАК ФАКТОР СБЕРЕЖЕНИЯ ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Environmental problems arising from the mining and enrichment of metal ores have led to an increase in demand for ferrous and non-ferrous scrap metals. Resource processing is gaining momentum in the metallurgical industry. The article describes modern and promising technologies used in secondary metallurgy. Particular attention is paid to existing varieties of scrap and methods of its disposal. The problems that have developed in the industry to date are considered. The article analyzes the prospects for the development of the ferrous scrap industry in Russia in the medium term.

Повышение экологичности производства является мировым трендом, как на современном этапе, так и в долгосрочной перспективе. Это создает предпосылки для использования лома в качестве одного из самых востребованных ресурсов. Грядущее трансграничное регулирование выбросов углекислого газа в Евросоюзе в очередной раз показало проблему трансформации по пути экологичной и безуглеродной экономики. Использование металлического лома в качестве ресурса соответствует идеологии циркулярной экономики и позволяет оптимизировать выбросы вредных веществ при производстве.

При вторичном использовании лома производится сбор и обезвреживание опасных отходов с примесями свинца, молибдена, кобальта и др. после устранения которых экосистеме требуется еще около 30 лет для восстановления. Очищается и рекультивируется земля, на которой образовался лом, что сохраняет качество окружающей среды.

Стоимость металлургической продукции напрямую влияет на цену товаров народного потребления, включая автомобили, дома, электронику и нефтепродукты. Конкурентоспособность товаров, производимых в России, обеспечивается занятостью населения и налоговыми поступлениями в бюджет. Именно поэтому отрасль вторичного сырья для черной и цветной металлургии так важна для экономики России.

В таблице 1 приведены основные способы утилизации металлолома, систематизированные по данным [1]:

Таблица 1

Основные направления утилизации металлолома

Способ утилизации металлического лома	Пояснение
Накопление металлолома на территории предприятия, с последующей переработкой	Способ считается одним из наиболее выгодных с финансовой точки зрения. Собственник несет минимальное количество издержек, при получении более дешевого сырья
Самостоятельная утилизация и вывоз металлических отходов на специально предназначенные свалки	Такой способ несет больше издержек предприятиям, так как выделяются средства для транспортировки лома на место переработки
Транспортировка на свалку вместе с ТБО	Противозаконный способ, так как металлический засор заметно затрудняет переработку отходов
Сдача в специализированные пункты приема	Данный вариант зачастую используется физическими лицами, а не предприятиями при большом накоплении металлического хлама

Существует большое количество задач, которые решает вторичная переработка металлолома. Этот процесс является выгодным для всех участников данных экономических отношений.

Основные задачи утилизации:

- очистка местности от старых металлических отходов;
- получение денежных компенсаций за неиспользуемые изделия и конструкции;
- улучшение экологической ситуации и частоты окружающей среды в населенном пункте;
- помощь промышленным предприятиям;
- улучшение экономической ситуации в стране.

Утилизация металла, утратившего свойства, проводится с учетом его структуры [2]. Для вторичного использования годиться лишь три вида металлолома [3] (табл.2).

Переработка металла для вторичного использования является долгим и трудозатратным процессом. Начальный этап – это сортировка, в переработке

металлолома считается определяющим. С помощью его из «микса» металлолома удаляются все ненужные предметы, называемые сором, которые в последующем могут уменьшать качество сырья.

Таблица 2

Характеристика видов металла, предназначенных для переработки

Вид лома	Характеристика	Пример
Черный	стойкость к механической нагрузке, отличная свариваемость, виды черного металла отличаются содержанием углерода;	сталь, чугун
Драгоценный	неподверженность ржавлению, окислению	Серебро, платина, золото
Цветной	высокая ковкость, пластичность, малый вес, повышенная теплопроводность, антикоррозийная стойкость	Медь, алюминий, титан, свинец

На данном этапе необходимо учесть все критерии отбора: размер изделия, вес и материал, из которого он изготовлен, нужно понять есть ли в составе дополнительные примеси. Далее, если того требует изделие, его режут. Резка применяется для габаритных изделий. Последним этапом обработки является чистка материала, ее выполняют с помощью процесса сепарации, которая позволяет отчистить лом от пыли, ржавчины и других ненужных веществ.

После проведения перечисленных операций металлолом отправляется на переплавку, в последующем получается материал, который не уступает по качеству металлу добытой из железной руды.

На добычу железной руды уходит много денег и сил, что делает этот процесс достаточно дорогим. Переплав же позволяет значительно сэкономить на всем этом, сократить потребление энергоресурсов и ускорить процесс получения необходимого сырья для производственных нужд. Добыча железной руды является более затратным процессом, чем ломозаготовка, не только по экономическим факторам, но и по времени. Извлечение цветных металлов из руд с низким содержанием также приводит к образованию пустой породы в больших количествах. При разложении многие металлы выделяют вредные соли, попадающие в почву, воду и затем воздух, следуя естественному круговороту

воды, а некоторые сразу «выбрасывают» их в атмосферу, не говоря уже о том, что некоторые металлы радиоактивны, и их разложение может занять десятки или сотни лет.

При добыче используется лишь 25 % сырья. Отвальные хвосты, формирующиеся при производстве товарных железных руд, медных, цинковых и пиритных концентратов, содержат серьезное количество меди, цинка, серы, редких элементов.

Сами отходы не только занимают огромные площади, но и являются источником загрязнений, отравляющих воду, почвы, воздух. За годы разработки месторождений на прилегающих территориях накапливается огромное количество твердых отходов добычи, таких как отвалы, окисленные и забалансовые руды, илы в прудах нейтрализации рудничных вод. Необходимо также отметить, что при добыче сырья выбрасывается большое количество вредных газов, при попадании в атмосферу которых усиливается парниковый эффект.

Объем ломозаготовки в 2020 году составил 24,5 млн т. [4] Значительный вклад в этот объем внесли регионы Сибири и Дальнего Востока (рис. 1).



Рис. 1. Заготовка и баланс рынка черного лома в РФ (составлено автором с использованием данных [4, 5]).

Более 20 % заготовленного в России лома черных металлов экспортируется, выручка от реализации лома черных металлов и железной руды в 2019 году была практически одинаковой. В Китае, крупнейшем потребителе и

импортере лома черных металлов, ожидается дальнейшее увеличение спроса на стальной лом. Япония была крупнейшим экспортером стального лома в Китай в 2019 году, за ней следуют США и Австралия [5].

Металлолом является основным сырьем для производства строительной арматуры и труб на электрометаллургических предприятиях. Экспортные цены на лом черных металлов в 2020 году выросли на 71 % и к началу января 2021 года достигли исторического максимума в \$ 488 за тонну [4].

Этому способствовало снижение сбора металлолома, а также сокращение добычи руды из-за карантинных мер по всему миру. На этом фоне и цена поставки лома для российских металлургов выросла на 51 %, вслед за этим вдвое подорожала строительная арматура [6]. Заготовление лома черных металлов в Российской Федерации составило 30,1 млн т., что является рекордом за последние десятилетие.

С январь по июль 2021 года наблюдался рост процесса ломосбора (табл. 3).

Таблица 3

Состояние рынка лома черных металлов в РФ, тыс. т.

Показатель / период	12 месяцев		Относ.изм., %
	2020 год	2021 год	
Потребление внутри России	22 833	26 613	116,6
Экспорт в Беларусь	1 121	1 093	97,5
Импорт из Казахстана и Киргизии	396	794	200,5
Экспорт вне ЕЭС	3 816	3 218	84,4
Ломозаготовка в России	27 374	30 130	110,0
Показатель / период	Декабрь		Относ. изм., %
	2020 год	2021 год	
Потребление внутри России	2 133	2 180	102,2
Экспорт в Беларусь	100	54	54,0
Импорт из Казахстана и Киргизии	92	69	75,0
Экспорт вне ЕЭС	400	382	95,5
Ломозаготовка в России	2 541	2 547	100,2

Ценовая политика данной отрасли помогла стимулировать граждан на добровольную сдачу остаточного бытового лома. Но в связи с увеличением пошлины на экспорт до 70 евро 1 августа 2021 года, привело к сокращению сбора лома (-10,6 % меньше по сравнению с аналогичным периодом 2020 года, что является самым низким показателем за 10 лет) [7].

Это было вызвано стагнацией потребления на внешних и внутренних рынках: падение экспорта в 2 раза и потребления лома российскими заводами на 2,6 в августе-ноябре 2021 года. В декабре наблюдался ажиотаж благодаря повышению все той же ставки на экспорт в РФ. Основной экспортный поток лома идет в Беларусь, за тем в Казахстан и Италию. Меньшую долю в экспорте занимают Молдова, Украина и Китай.

На данный момент структура рынка металлолома в России достаточно развита и является независимой отраслью, в которой определены основные игроки и стандарты бизнес-процессов.

Тем не менее, необходимо обозначить недостатки, присущие российской ломодобывающей отрасли черных и цветных металлов, которые в настоящее время оказывают внушительное влияние на экономику Российской Федерации – это рыночная нестабильность и неустойчивость, дисбаланс между спросом и предложением. Сегодня на этом рынке царит олигополия. Около 20 % лома на рынок осуществляют предприятия с государственной поддержкой, 50 % — приходится на сбор физическими лицами, остальные 30 % — производственные предприятия и частные предприятия [6].

Как признают российские аналитики, теневая стороны данной отрасли занимает около 50 % от всего объема заготовки, т. е. порядка 0,5 трлн руб. в год [8]. Организация работы в этой отрасли требует серьезных вложений – правильно подобранные площадки, лицензии, весы, говорят о высоком пороге стоимости стартового капитала для выхода на данный рынок.

Объем инвестиций в современные технологии и оборудование для сбора и переработки лома, а также в автоматизацию и компьютеризацию основных бизнес-управленческих процессов напрямую влияют на операционные процессы

[7]. Все это определяет обеспеченность ломом металлургических предприятий, а следовательно, и конечных потребителей.

Вторичная переработка металлических изделий способна сберечь природные ресурсы для новых поколений, а также снижает выбросы вредных веществ в окружающую среду. Всего, с начала XX века в мире переработано около 25 млрд тонн металлолома [3], что позволило сократить использование угля на 18 млрд тонн, а железной руды – почти на 35 млрд тонн. Переработка каждый год 630 млн тонн лома сокращает выбросы углерода при выплавке стали на 950 млн тонн [9].

Можно предположить, что к 2050 году энергоносители по сравнению с отраслью переработки вторсырья отойдут на второй план [9]. В лидеры выйдет ломозаготовление, так как металлы во всем мире составляют от 58 % до 90 % стоимости твердых отходов. При этом сама по себе отрасль по обращению с ломом и отходами металлов, действительно, экологична, так как на каждую тонну произведенного металла экономит от 1,6–20 тонн CO₂ и позволяет спасти более ста кубометров литосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Переработка лома черных и цветных металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://othodynet.ru/utilizatsiya-othodov/pererabotka-lomachyornyh-i-tsvetnyh-metallov> (дата обращения 09.04.2022).

2 Отходы металла: переработка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://datcom.by/chto-delayut-iz-pererabotannyh-otxodov-novaya-zhizn-staryh-veshhej-metall/> (дата обращения 09.04.2022).

3 Ассоциация ломозаготовителей Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ruslom.com/wp-content/uploads/2022/03/Kovshevnyy-VV-Ustoychivoe-razvitie-GMK-EES.pdf> (дата обращения 09.04.2022).

4 Обзор рынка металлопотребления 2020–2021 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.metalinfo.ru/ru/news/134087> (дата обращения 07.04.2022).

5 Информационное агентство Метал.Торг [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.metaltorg.ru/stat/productiondynamics/scrap_g/calc/index.php (дата обращения 09.04.2022).

6 PRO Lom 2021 трансформирует отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plus.rbc.ru/partners/6066ef2d7a8aa9ab2a842cf> (дата обращения 12.04.2022).

7 В 2021 году поставлен рекорд по сбору лома черных металлов в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ruslom.com/v-2021-godu-postavlen-rekord-po-sboru-loma-chernyh-metallov-v-rossii/> (дата обращения 07.04.2022).

8 Информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.metalbulletin.ru/news/scrap> (дата обращения 07.04.2022).

9 «Новая нефть» России. Как лом делает металлургию «зеленой», а автомобили более доступными [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://tass.ru/obschestvo/12038861?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения 09.04.2022).

G. A. Loev,
Scientific adviser E.R.Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

RECYCLING OF SCRAP AS A FACTOR OF SAVING IRON ORE RESERVES

Е. А. Лоев,
Научный руководитель Е. Р. Магарил
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РОССИИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ТОПЛИВНЫМИ РЕСУРСАМИ

The diversity of natural resources makes it possible to obtain the quality of life of society, but their accumulation on the planet is uneven. The article considers the consumption of resources between countries. The indicators of reserves of other countries are analyzed.

Под ресурсообеспеченностью понимают соотношение между величиной запасов природных ресурсов и объемами их использования [1]. Ресурсы составляют основу производства промышленной продукции в мировом хозяйстве. Изменения в производстве и потреблении сырья в международной торговле влияют не только на экономическое положение отдельных стран и регионов, но носят глобальный характер.

Сырьевой сектор значительно изменился за последнее время, благодаря политике развитых стран по преодолению зависимости от поставок сырья из развивающихся стран и снижению себестоимости продукции. В этот период активизировались геологоразведочные работы в развитых странах, включая разработку месторождений в отдаленных и труднодоступных районах, реализовались программы по сбережению полезных ископаемых и исследования по замещению альтернативного традиционного сырья, в первую очередь энергетического и металлического.

Таким образом, происходит переход мирового хозяйства от экстенсивного пути развития к интенсивному, что снижает энерго- и материалоемкость мирового хозяйства.

Уровень ресурсообеспеченности страны в конечном итоге не является фактором, определяющим уровень социально-экономического развития. Во многих странах существует значительный разрыв между уровнем развития производительных сил и материально-сырьевой обеспеченностью.

Промышленная значимость ресурсов определяется следующими требованиями:

- техническая возможность и экономика добычи, транспортировки и переработки;
- экологичность разработки и использования;
- благоприятная международная политическая и экономическая ситуация.

Распределение полезных ископаемых характеризуется крайней неравномерностью и высокой концентрацией добычи. На 22 вида полезных ископаемых приходится более 90 % стоимости продукции горнодобывающей промышленности, 70 % производства металла приходится на 200 крупнейших рудников, более 80 % запасов и добычи нефти сосредоточено на 250 месторождениях, что составляет лишь 5 % от общего количества нефтяных разработок. По уровню ресурсообеспеченности все страны мира можно разделить на три группы [2]:

- страны, располагающие значительными запасами разнообразных природных ресурсов (минеральных, водных, земельных, лесных и т. д.). К ним относят Россию;

- страны, обладающие значительными запасами одного или нескольких видов природных ресурсов. Так, государства Персидского залива богаты запасами нефти, Чили – меди и селитры, Алжир – природного газа и нефти, Франция - бокситами, земельными и рекреационными ресурсами;

- страны, бедные природными ресурсами, в первую очередь минеральными. Например, Япония, Непал, страны Балтии. Но это не означает, что у них нет никаких ресурсов. Скажем, Япония бедна минеральными и земельными ресурсами, но обладает водными, геотермальными, лесными ресурсами.

Природные ресурсы можно разделить на следующие категории [3].

1. Минеральные – это полезные ископаемые. Наибольшую ценность имеет ископаемое топливо (нефть, уголь, газ, горючий сланец).

2. Энергетические. Энергия ветров, приливов, солнечный свет и другие физические процессы, определяющие энергетический потенциал.

3. Водные – это все пригодные для использования в хозяйстве воды.

4. Лесные – это древесина, плоды, ягоды, мясо и мех животных.

5. Земельные – земли, для сельскохозяйственной обработки.

С точки зрения экономической выгоды минеральные и лесные ресурсы имеют особое значение.

Запасы некоторых видов полезных ископаемых и древесины могут оцениваться в десятки триллионов долларов. В силу особенностей географического положения, рельефа и климатических условий на территории некоторых государств сосредоточено большое количество природных богатств. Рейтинг самых обеспеченных ресурсами стран представлен на рисунке.

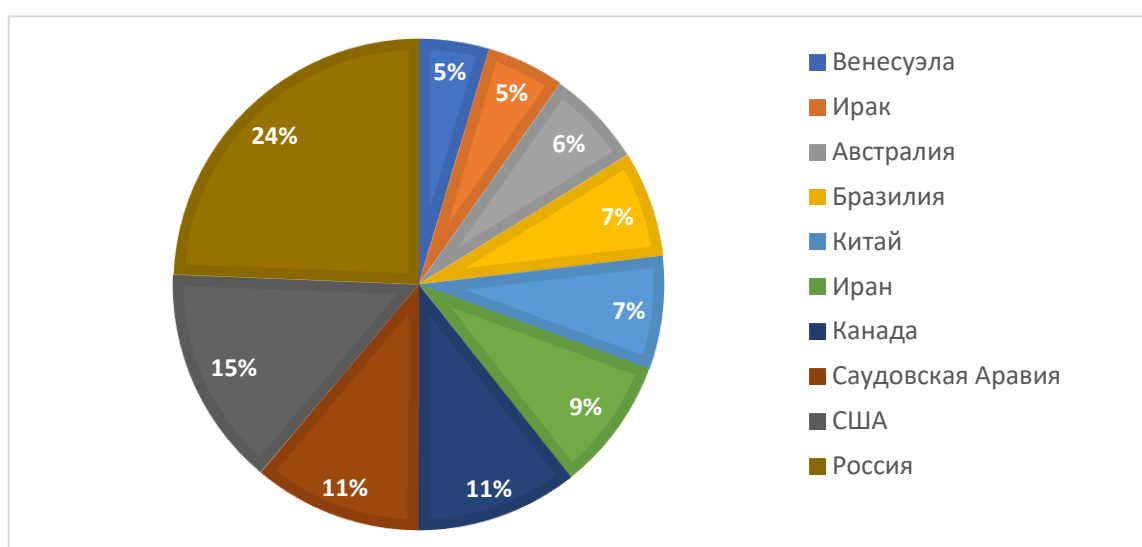


Рис. Совокупная стоимость ресурсообеспеченности стран, трлн долл. (составлено автором по данным [3]).

Россия одна из самых благополучных держав в плане добычи и содержания природных полезных ископаемых. Богатейшая территория имеет значительные запасы нефти, более 7 млрд долларов США. Газа в стране много, и общая стоимость ресурса составляет более 19 млрд долларов США, а древесины оценивается в 28 трлн долларов.

Согласно статистическому бюллетеню ОПЕК за 2021 год (табл. 1), наибольшие объемы природного газа сконцентрированы в странах Ближнего Востока – 81 075 млрд м³.

Таблица 1.

Страны лидеры по запасам и добыче природного газа в 2021 г. (составлено автором по данным [4]).

№	Страна	Запасы, млрд м ³	Добыча, млрд м ³	Обеспеченность, лет
1	Россия	48 938,0	649,1	75,4
2	Иран	34 077,0	253,8	134,3
3	Катар	23 831,0	184,9	128,9
4	Туркменистан	15 365,0	81,7	188,2
5	США	12 965,0	948,4	13,7
6	Саудовская Аравия	8 438,0	119,0	70,9
7	ОАЭ	7 726,0	55,1	140,3
8	Нигерия	5 750,0	49,9	115,1
9	Венесуэла	5 590,0	18,0	310,1
10	Алжир	4 504,0	85,1	52,9

Судя по данным таблицы 1 существующих запасов газа в России хватит всего на 75 лет. В США при текущей динамике добычи газа осталось только на 13,7 лет, а больше всего газа, по расчетам, хватит Венесуэле (310,1 г.).

За 2021 год, общий объем добычи природного газа в мире в 2020 году составил 3,918 млрд м³. Это примерно на 3,5 % меньше, чем в 2019-м. Причиной снижения добычи названа пандемия коронавируса.

Мировым лидером по добыче природного газа является США, где на момент 2020 года было произведено 948 423 млн м³. В 2020 году в Америке было произведено на 15 174 млн м³ меньше, чем в 2019-м. На втором месте в списке

находится Россия. Объемы добычи газа в нашей стране на 2020 год составили 649 144 млн м³. Это меньше, чем в 2019 или 2018 годах, на уровне 2017 года.

Мировым лидером по продаже природного газа за границу является Россия. В 2020 году, по данным ОПЕК, страна отправила на экспорт 199 928 млн м³ «голубого топлива», что на 9 % меньше, чем в 2019-м (табл. 2).

Основным потребителем российского газа являются страны Европы. Доля «Газпрома» на европейском рынке «голубого топлива» находится примерно на уровне 33 %.

Основным потребителем российского газа по итогам 2020 года в Европе является Германия (45,8 млрд м³). Крупные объемы «голубого топлива» получили также такие европейские страны, как:

- Италия – 20,8 млрд м³,
- Турция – 16,4 млрд м³,
- Австрия – 13,2 млрд м³.

Таблица 2

Страны лидеры по экспорту и импорту природного газа [4].

Страна лидер экспортер	Значение, млрд.	Страна лидер импортер	Значение, млрд.
Россия	199,9	Германия	155
США	149,5	Китай	138
Катар	143,7	Япония	107
Норвегия	113,0	США	72,2
Австралия	105,6	Италия	66,2

Сегодня несколько стран мира продвигают идею ухода от углеводородов. Но это планы на очень отдаленное будущее. Нефть остается важнейшим товаром, от которого зависит вся мировая экономика.

Россия по потреблению нефти на 2020 год занимает 4 место среди стран мира. По статистике ОПЕК, в нашей стране на тот момент показатель составлял 3,367 млн баррелей в сутки [5].

Россия находится на втором месте по добыче нефти. Объемы добычи нефти в нашей стране в 2020 году составили 9,46 млн баррелей в сутки. Это примерно на уровне 2008–2009 годов [5].

Согласно статистическому бюллетеню ОПЕК за 2021 год, общий объем добычи нефти в мире в 2020 году составил около 69,1 млн баррелей в день. Это примерно на 6,1 млн меньше, чем в 2019-м. Причиной снижения добычи стала пандемия коронавируса.

Лидерами среди стран мира на 2020 год по запасам этого ценного ископаемого топлива являются США, Россия, Австралия, Китай и Индия. На долю США приходится почти четверть от всех доказанных мировых запасов каменного и бурого угля в мире – 250 млрд тонн. Доказанные запасы угля в России находятся на уровне 160 млрд тонн. Запасы угля в Австралии и Китая примерно сопоставимы и составляют 147 и 138 млрд тонн соответственно [6]. Существующих запасов угля России хватит еще на 363,4 года.

Таким образом, Россия обладает крупнейшими в мире запасами природного газа, вторыми по величине запасами угля и восьмыми по величине запасами нефти. Россия является одной из крупнейших стран по добыче и экспорту природного газа, занимает третье место в мире по добыче нефти и второе место по экспорту нефти. Зависимость России от собственного невозобновляемого природного капитала осложняет задачу развития, поскольку «углеродному» богатству угрожают растущие риски, связанные с неопределённостью цен в будущем и с масштабными глобальными инициативами, направленными на отказ от угольной энергетики. Для максимизации отдачи от богатства России необходимо разрабатывать меры экономической политики, направленные на изменение баланса в портфеле активов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсообеспеченность. Минеральные ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://videouroki.net/video/6-resursoobespechenost-mineralnye-resursy.html> (дата обращения 07.04.2022).
2. Самые богатые полезными ископаемыми страны в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://visasam.ru/emigration/vybor/bogatye-poleznymi-iskopaemymistrany.html> (дата обращения 07.04.2022).
3. Необъятные богатства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://spasibovsem.ru/ratings/interesnoe/neobjatnye-bogatstva-10-stran-s-naibolshimi-prirodnymi-resursami/> (дата обращения 07.04.2022).
4. Рейтинг стран по запасам и добыче газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://top-rf.ru/places/109-rejting-stran-gaz.html> (дата обращения 07.04.2022).
5. 40 Стран по запасам и добыче нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://top-rf.ru/places/618-zapasy-i-dobycha-nefti.html> (дата обращения 07.04.2022).
6. Страны лидеры по добыче и запасам угля в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tyulyagin.ru/ratings/strany-lidery-po-dobyche-i-zapasam-uglya-v-mire.html> (дата обращения 07.04.2022).

E. A. Loev,
Scientific adviser E.R.Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

COMPARATIVE ANALYSIS OF RUSSIA'S PROVISION WITH HYDROCARBON FUEL RESOURCES

Н. Г. Пустохина, М. Н. Игнатьева, А. Н. Иванов,
Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ФОРМА ПОЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

The article reveals the essence of the concept of efficiency, types of efficiency and classification features of environmental efficiency, considered as one of the forms of efficiency manifestation.

Выполнение рекультивационных работ как любая природоохранная деятельность, требует экономического обоснования, оценки эффективности. Понятие эффективности рассматривается в разных ракурсах. В английском языке ему соответствуют такие синонимы как: *effectiveness*, *efficiency*, *effectuality*, которые имеют следующие расшифровки перевода:

– *effectiveness* – способность достигать поставленные цели (независимо от того, какой ценой они были достигнуты);

– *efficiency* – оптимальное соотношение затраченных ресурсов и полученных результатов (независимо от того, была ли достигнута цель),

– *effectuality* – достижение поставленной цели с оптимальным соотношением затраченных ресурсов и полученных результатов [1].

Эффективность считается одной из основополагающих категорий, отражающей существенные свойства и отношения явлений экономической действительности. Согласно [2, с. 528], эффективность – это экономическая категория, характеризующая результативность производства в сопоставлении с производственными ресурсами и общественными потребностями, т. е. эффективность отражает в этом случае уровень отдачи (в виде эффекта) от вложенных в достижение этого эффекта затрат и ресурсов. Помимо этого, эффективность может оцениваться и соотношением предполагаемого и фактически достигнутого эффекта, т. е. отражать степень достижения поставленной цели. В ряде случаев понятие эффективности в этом случае заменяется понятием «результативность». На практике для оценки эффективности используются оба подхода, дополняющие друг друга. Чаще всего

эффективность определяют как экономическую категорию, характеризующую получение определенного результата с минимальным использованием имеющихся средств либо получение максимального результата за счет потребляемых благ [3–6].

Имеют место различные виды эффективности, наиболее полная классификация, включающая пять классификационных признаков: объект оценки, субъект оценки, способ выражения оценки, направление планирования, форма проявления, отражена в работе [6] (рисунок). Несколько другие классификационные признаки приведены Н. В. Чапек в работе [7]. Рассматриваются такие из них, как масштаб субъекта оценки с выделением народнохозяйственной и локальной эффективности, оцениваются факторы производства, что предполагает определение частной эффективности отдельных факторов производства и выделяются фазы воспроизводства, когда определяется эффективность производства, распределения, обмена и потребления. Считаю классификацию, представленную в работе [6], достаточно полной, требующей небольших уточнений, обусловленные спецификой природоохранной деятельности. В частности, предлагается:

- в число объектов оценки ввести «эффективность природоохранной деятельности»,
- в формах проявления и направления последних указать в качестве самостоятельного подразделения «экологическую эффективность», выделив ее из состава социальной эффективности.

В течение длительного времени бытовала точка зрения о нецелесообразности самостоятельного выделения экологической эффективности. Экологические аспекты получали отражение в социальной эффективности. В частности, Т. С. Хачатуров указывает на необходимость отражения в мероприятиях социального характера вопросов экологии, рациональное использование среды обитания [8, с. 203].



Рис. Существующие виды эффективности, используемые для оценки деятельности предприятия

Наличие в составе эффективности экологической, социальной и экономической составляющих обуславливает возможность определения экономической, социальной и экологической эффективности [9]. При этом, если наличие социальных аспектов при оценке эффективности признавалось достаточно давно, то признание экологической эффективности потребовало принятия и одобрения новой парадигмы, предполагающей включение окружающей природной среды в качестве приоритетного фактора производства что предопределило его равноправный учёт при оценке эффективности.

Экологическая эффективность в определении А. Д. Выварца – «должна выражать уровень экологической безопасности производства» [9, с. 254], в работе [10, с. 176-177] он в соавторстве с О. В. Федоренко и С. В. Кареловым характеризует ее как «степень соответствия фактического состояния окружающей среды, требованиям ее нормативного качества».

ЛИТЕРАТУРА

1. Абржина, Л. Л. Оценка эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий при эксплуатации автотранспорта. Дисс. канд. экон. наук. – Екатеринбург, 2009. – 158 с.
2. Большой экономический словарь / Под ред. А. Н. Азрилияна – М. : Институт новой экономики, 2002. – 1280 с.
3. Руководство по оценке эффективности инвестиций / Пер. с англ. В. Беренс, П. М. Хавранек. – М. : Интерэкспорт, 1995. – 528 с.
4. Карелов, С. В., Выварец, А. Д., Дистергеф, Л. В. Оценка эколого-экономической эффективности переработки техногенного сырья и техногенных отходов // Известия вузов. Горный журнал, 2002. – № 4. – С. 94–104.
5. Кириенко, М. Г. Богомолов, Е. Г., Казакевич, Н. Н. Методические аспекты формирования показателей эффективности общественного производства. – М. : Наука, 1980. – 165 с.

6. Павлов, Б. И. Эффективность доработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Дисс. канд. экон. наук. – Екатеринбург, 2003. – 170 с.

7. Чапек, В. Н. Экономика природопользования. – М. : Издательство ПРИОР, 2000. – 208 с.

8. Хачатуров, Т. С. Эффективность капитальных вложений – М. : Экономика, 1979. – 336 с.

9. Выварец, А. Д. Экономика предприятия. – М. : ЮНИТИ- ДАНА, 2007. – 543 с.

10. Выварец, А. Д., Федоренко О. В., Карелов С. В. Экономика природопользования – М. : ЦНИИцветмет экон. и инф., 1994. – 264 с.

N. G. Pustokhina, M. N. Ignatieva, A. N. Ivanov,
Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

**ENVIRONMENTAL EFFICIENCY AS A FORM OF EFFICIENCY
MANIFESTATION**

В. В. Юрак, А. Н. Иванов, М. Н. Игнатъева, В. Е. Стровский,
Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

УЧЕТ ПРИРОДНОГО ФАКТОРА ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

The article substantiates the need to take into account the natural factor associated with the location of the assessed object in the economic assessment of the latter. The distribution of the subjects of the Russian Federation by natural zones, taking into account the areas, is given.

С первых лет обращения к проблеме экономической оценке в экономике природопользования экономико-географами постоянно указывалось на необходимость междисциплинарного подхода в ее решении. Так, М. С. Буяновский призывал к сотрудничеству технологов, экономистов, физико-географов и экономико-географов при экономической оценке [1]. В. В. Покшишевский в работе [2] подчеркивает необходимость отражения естественных, общественно-экономических и технических аспектов при экономической оценке природных ресурсов. А. А. Минц подчеркивал необходимость тесного сотрудничества отдельных географических дисциплин и других смежных наук при решении проблемы экономической оценки природных ресурсов и использование большого опыта, накопленного географами и представителями других дисциплин при реализации методического подхода к качественной хозяйственной оценке природных факторов в производстве [3]. В другой работе [4] он обосновывает необходимость комплексного подхода к экономической оценке, принимая во внимание двойственность природных ресурсов, выступающих как экономические категории и в то же время в своей материальной форме представляющих силы и формы природы. Этим он объясняет необходимость использования результатов изучения и анализа природных особенностей, которые имеются у географов, при оценке природных ресурсов и их территориальных сочетаний.

Однако на практике такой подход к решению проблемы экономических исследований, в т. ч. экономической оценке чаще всего отсутствуют, как ранее, так и в современных условиях. В частности, о недооценке природного фактора

при экономическом районировании свидетельствуют работы [5–6]. Считаем использование междисциплинарного подхода при экономической оценке природных ресурсов и экоуслуг обязательным условием, т. к. только учет специфики природной составляющей дает возможность обеспечить достоверность результатов оценивания. Авторы поддерживают мнение [7], что пространственные различия в структуре и в свойствах географической оболочки, которая сложилась в процессе ее исторической эволюции, формирует объективную основу экономической оценки. Учет природной составляющей проявляется в первую очередь в оценке специфики природных условий местонахождения объекта оценки, приуроченности его к определенному природному поясу (природной зоне).

Следует отметить, что о наличии природных зон было известно еще в V в. до н. э., в частности Геродот и Эдоникус выделяли пять зон: две полярные, две умеренные и тропическую. В 30-е годы XX столетия выделение биоклиматических зон было обосновано А. Гумбольдом. Современное представление о зональности базируется на трудах В.В. Докучаева (конец XIX в.), который считает, что «правильно понять природу можно только стоя на позициях единого процесса развития, где каждое отдельное явление тысячами нитей связано с другими явлениями, влияет на них и в то же время само испытывает их влияние». Дальнейшее развитие учения о зональности географической оболочки связано с именами таких ученых, как Л. С. Берг, А. А. Григорьев, М. И. Будыко, А. Г. Исаченко, Д. Н. Мильков, Д. Л. Арманд, В. Б. Сочава, М. А. Гвоздецкий и др.

В современных условиях на суше выделяют по два арктических, субарктических бореальных (умеренных), субтропических тропических, субэкваториальных климатических пояса и один экваториальный. Каждому поясу свойственны свои зоны и их последовательность, выделение которых в отличие от поясов связано не только с распределением тепла, но и с распределением влаги и их соотношением [12]. Пояса представляют собой

наивысшую зональную таксонометрическую географическую единицу с разным количеством поступлений солнечной радиации, определяющей климат (табл. 1.).

Таблица 1

Обеспеченность теплом географических поясов
Северного полушария

Географические пояса	Сумма температур >10°C	
	на западе Евразии	на востоке Евразии
Полярный (холодный)	400-600	400-600
Бореальный (умеренно-холодный)	600-2400	600-1800
Суббореальный (умеренный)	2400-4000	1800-3200
Субтропический (теплый)	4000-8000	3200-7000
Тропический (жаркий)	>8000	>7000

На формирование климата кроме космических факторов влияют геосферные. В свою очередь климат влияет на биосферу, почвенный покров и др. Каждый из тепловых (географических поясов) имеет отличительные особенности растительности и почв, это находит отражение в результатах экономической оценки природных ресурсов и экоуслуг.

Важным условием учета природного фактора является распределение субъектов РФ, в рамках которого осуществляется экономическая оценка природного капитала и его составляющих, по природным поясам (зонам), фрагмент такого распределения представлен в таблице 2.

Из анализа следует, что в 28 субъектах РФ большая часть площади (75–100 %) находится в пределах определенной природной зоны, три субъекта РФ – в горах, в 27 субъектах РФ 50–75 %, т. е. до половины площади находится в той или иной природной зоне, 4 субъекта РФ – в горах. В целом данные субъекты РФ занимают около 70 % от общего количества, в т. ч. 34 % – приурочены в основном к одной из природных зон.

Распределение субъектов РФ по природным зонам (фрагмент)

Природная зона, % распределения	Субъект РФ
Тундра и лесотундра	
100–75 %	Ненецкий АО, Таймырский АО, Чукотский АО
75–50 %	Корякский АО, Ямало-Ненецкий АО
50–25 %	Мурманская обл.
25 % и менее	Республика Коми, Магаданская обл., Эвенкийский АО, Республика Саха, Ханты-Мансийский АО
Лугово-лесная	
100–75 %	Камчатская обл.
25 % и менее	Корякский АО, Магаданская обл., Сахалинская обл.
Северная тайга	
100–75 %	Магаданская обл.
75–50 %	Мурманская обл., Республика Карелия, Эвенкийский АО
50–25 %	Республика Коми, Архангельская обл., Ямало-Ненецкий АО, Республика Саха, Ханты-Мансийский АО
Средняя тайга	
75–50 %	Архангельская обл., Сахалинская обл.
50–25 %	Республика Карелия, Республика Коми, Пермский край, Кировская обл., Вологодская обл., Эвенкийский АО, Республика Саха, Томская обл., Свердловская обл.
Южная тайга	
100–75 %	Костромская обл., Ленинградская обл.
75–50 %	Кировская обл., Вологодская обл., Ярославская обл., Томская обл., Новгородская обл.
50–25 %	Пермский край, Республика Удмуртия, Псковская обл., Свердловская обл., Нижегородская обл., Омская обл.
25 % и менее	Республика Карелия, Республика Коми, Тверская обл., Ивановская обл., ХМАО, Республика Марий-Эл, Новосибирская обл.
Подтайга	
100–75 %	Смоленская обл., Владимирская обл., Калининградская обл., Тверская обл., Ивановская обл., Московская обл., Калужская обл.
75–50 %	Республика Удмуртия, Псковская обл., Республика Марий- Эл
50–25 %	Ярославская обл., Новгородская обл.
25 % и менее	Пермский край, Костромская обл., Кировская обл., Брянская обл., республика Татарстан, Нижегородская обл., республика Башкортостан, Новосибирская обл., Челябинская обл., Омская обл., ЕАО, Кемеровская обл., Сахалинская обл.

Выполненное распределение позволяет учесть особенности природной зоны при выполнении экономической оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буяновский, М. С. Об экономической оценке устойчивых ресурсов в экономической географии. / М. С. Буяновский. // В кн.: Методологические вопросы экономической географии. – М. : Экономиздат, 1960. – С. 165–195.

2. Покшишевский, В. В. О хозяйственной оценке природных ресурсов и условий (опыт разработки методических пособий). / В. В. Покшишевский. // В кн.: Экономическая география. Топонимика. – М. : Изд-во Моск. пед. ин-та, 1960.

3. Минц, А. А. Вопросы комплексной экономической оценки природных условий и естественных ресурсов в свете задач современной географии // Изв. АН СССР. Серия географ, 1965. – № 2. – С. 65–75.

4. Минц, А. А. Географические подходы к экономической оценке природных ресурсов // Экономические проблемы оптимизации природопользования – М. : Изд-во «Наука», 1973. – С. 74–79.

5. Казанский, Н. Н., Хорев, Б. С. Проблемы экономического районирования на современном этапе // Изв. АН СССР. Серия географ. – 1975. – № 4 – С. 10–19.

6. Белоусов, И. И. Основы учения об экономическом районировании. / И. И. Белоусов. – М. : Изд. МГУ, 1976. – 320 с.

7. Минц, А. А. Содержание и методы экономической оценки естественных ресурсов // Вопросы географии, 1968. – С. 16–39.

V. V. Yurak, A. N. Ivanov, M. N. Ignatieva, V. E. Strovsky,
Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

TAKING INTO ACCOUNT THE NATURAL FACTOR IN THE ECONOMIC ASSESSMENT OF NATURAL RESOURCES AND ECOSYSTEM SERVICES

РАЗДЕЛ 2. ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*А. А. Давлетбаева, А. А. Курганская, А. Е. Семерикова, М. В. Березюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА В РАМКАХ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

Due to the increase in average annual temperatures European Union announced the strategy to aim the economy with net-zero greenhouse gas emissions - European Green Deal. The article discusses methods of reducing the carbon footprint of the petrochemical complex. Conclusions are made about the main trends in the transition to a low-carbon economy in the Russian Federation.

В докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год в России были зафиксированы аномалии среднегодовой температуры для всех сезонов, кроме лета [1]. Основной причиной глобального изменения климата является сжигание углеводородного топлива, в результате чего в атмосферу попадают парниковые газы. При экспоненциальном развитии мировой экономики выбросы CO₂ будут только увеличиваться. Поэтому мировым сообществом принимаются различные соглашения по снижению углеродного следа.

Так, в 2020 году Европейский союз анонсировал «Зеленую сделку» – план декарбонизации до 2050 года, который включает в себя концепцию структурных преобразований в экономике и энергетическом секторе ЕС. Цель документа – стимулирование усилий по борьбе с изменением климата. «Зеленая сделка» связана с изменением энергетического баланса и отказом от ископаемых видов топлива [2]. С 2023 года предусмотрено введение отчетности производителей по углеродному следу, а с 2026 – налоговые сборы [3]. Таким образом, появляется более отчетливый глобальный тренд низкоуглеродного развития. Вероятно, эти

изменения окажут негативное влияние на экономику стран-партнеров, что потребует соответствующей адаптации всех игроков энергетического рынка.

Для РФ план декарбонизации является вызовом, так как треть российского ВВП зависит от нефтегазовой отрасли. Падение спроса на нефть в результате использования углеродно-нейтральных источников энергии скажется на мировом нефтяном рынке, так как оно приведет к снижению цен и сокращению доходов основных экспортеров нефти и газа, в частности России.

Основой перехода к низкоуглеродной экономике считается стимулирование технологического развития. Результаты исследований показывают, что рекомендованное учеными двукратное снижение глобальных выбросов парниковых газов к 2050 году для России достижимо. Международное энергетическое агентство (МЭА) прогнозирует, что РФ к середине века XX века может полностью перейти на энергетику без выбросов CO₂, но для этого всем участникам энергетического рынка надо предпринять немало усилий [4].

Таким образом, многие крупные компании нефтегазового сектора установили цели по достижению углеродной нейтральности. При этом, согласно исследованию *Boston Consulting Group (BCG)*, только 13 % компаний в полном объеме реализуют свои стратегии по декарбонизации [5]. Однако игнорирование трендов может привести к потере инвестиционной привлекательности. Заявления о преображении в энергетических компаниях и участии в климатических проектах являются первыми шагами на пути к низкоуглеродной экономике [6], катализатором которой станут новые технологии и культура.

Рассмотрим различные группы методов декарбонизации, которые компании могут использовать при разработке корпоративной стратегии снижения выбросов CO₂ [6].

Первая группа – операционные методы:

1) *повышение операционной эффективности* реализуется большинством нефтегазовых компаний и нацелено на снижение производственных издержек. Включает такие методики, как «шесть сигм», концепция *Lean*, системное

управление качеством, при этом сокращение углеродного следа является следствием их применения.

Так, ритейлер «*Walmart*» создал программу энергоэффективности – *FEER* для своих поставщиков. К программе подключено более 900 фабрик. Участники программы с 2019 года сэкономили более 29 млн долларов на годовых эксплуатационных расходах и предотвратили эмиссию CO₂ до 400000 тонн;

2) *переработка, повторное использование и утилизация вторичных энергетических ресурсов* реализуется в рамках концепции циркулярной углеродной экономики (разработана *Saudi Aramco*) и использования принципа *4R*. Нефтегазовые компании активно используют и перерабатывают CO₂, занимаются преобразованием выбросов в продукты с меньшим углеродным следом и уменьшают углеродный след за счет повторного использования материалов и ресурсов.

В Евросоюзе предметы из пластика многократно перерабатываются и используются повторно. Такой подход помог за год предотвратить до 290 млн тонн углекислого газа и уменьшить углеродный след вдвое;

3) *повышение энергоэффективности* является наиболее эффективным способом снижения выбросов CO₂. Основные методы: использование энергоэффективного оборудования, замена сжигания ПНГ на его утилизацию и повторное использование, повышение энергоэффективности операционной деятельности: модернизация оборудования, цифровизация технологических и управленческих процессов (с помощью *Digital twins, IoT, Big Data*, аналитики и ИИ, *Blockchain*, роботов и т. д.);

4) *предъявление высоких требований к поставщикам и подрядчикам* и по снижению их углеродного следа.

Вторая группа – использование низкоуглеродных источников энергоснабжения предприятий, таких как возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и накопителей электроэнергии, биотоплива, сжиженного природного газа (СПГ), водорода.

Третья группа – корпоративные методы:

1) *оптимизация портфеля активов* – дивестиции (продажа углеродоемких активов), приобретение «зеленых» активов и технологий, реструктуризация, развитие нефтегазохимического бизнеса и создание корпоративных венчурных фондов, сфокусированных на инновациях;

2) *интеграция добывающих компаний с нефтеперерабатывающими*, приводящая к повышению эффективности при совместной деятельности;

3) *использование углеродных кредитов*, при условии максимального возможного сокращения выбросов;

4) *инвестиции в регенеративные технологии землепользования* (поглотители углерода).

Четвертая группа – внедрение технологий улавливания, утилизации и хранения углерода и использование водорода в качестве топлива. Находятся на стадии разработки и нуждаются в государственном субсидировании. Общая мощность 10 Мт CO₂, к 2050 году планируется достичь 4,6 Гт CO₂-экв. в год (все существующие выбросы нефтегазовой отрасли) [7].

Прогнозы и перспективы. Таким образом, основой выживания нефтегазовых компаний к 2030 году будет являться внедрение проектов по декарбонизации. Эффекты от внедрения приведенных выше методов: использование попутного газ после добычи углеводородов (-14 % к росту выбросов CO₂), снижения объема потребления метана (-12 % к росту выбросов CO₂), сокращения роста доли газа (-19 % к росту выбросов CO₂); переход к ВИЭ (-6 % к росту выбросов CO₂), переход НПЗ на биотопливо (+30 % к сокращению выбросов CO₂) – в общей сумме приведут к сокращению эмиссии CO₂ к 2030 году на 22 % для 1 и 2 сфер охвата (сфера охвата 1 – сокращение эмиссии/утечек метана и сжигания ПНГ на факелах; сфера охвата 2 – приобретение тепловой энергии с минимальным углеродным следом).

Переход от нефтехимических производств (-13 % к росту выбросов CO₂), роста ВИЭ в профиле проектов (-25 % к росту выбросов CO₂), сокращение роста доли газа (-18 % к росту выбросов CO₂), использование улавливания, хранения и

использования углерода (CCUS) (-27 % к росту выбросов CO₂), переход к биотопливу (-18 % к росту выбросов CO₂) для сферы охвата 3 (переход от нефтепереработки к нефтехимии, улавливание и хранение CO₂ и его закачка в пласт) – в общей сумме позволят сократить эмиссию CO₂ на 18,8 %. На рисунках 1 и 2 представлены потенциалы сокращения эмиссии CO₂ для трех сфер охвата.

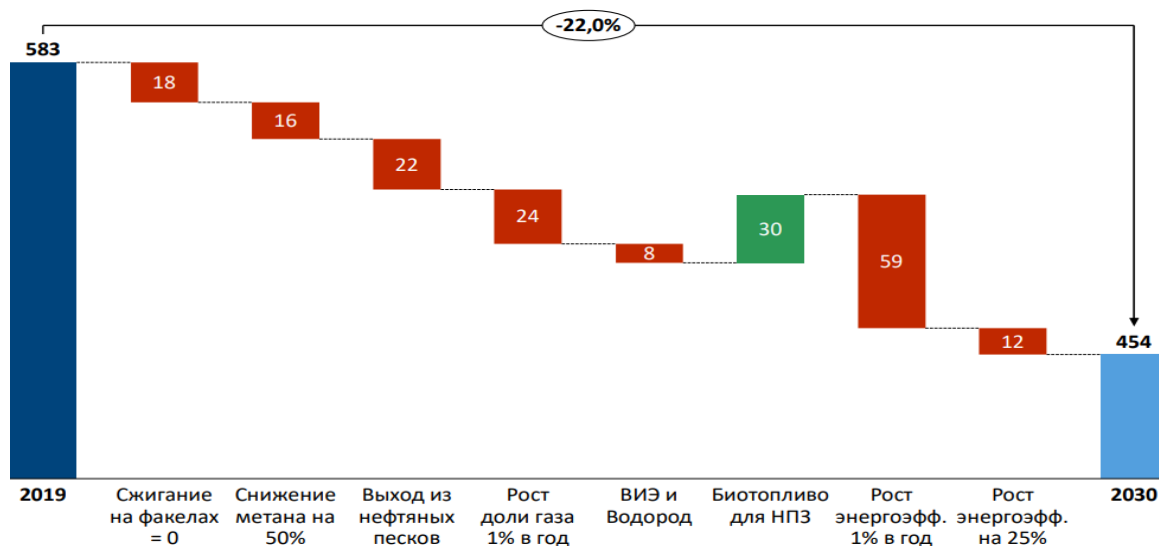


Рис. 1. Сокращение эмиссии CO₂ для сферы охвата 1 и 2

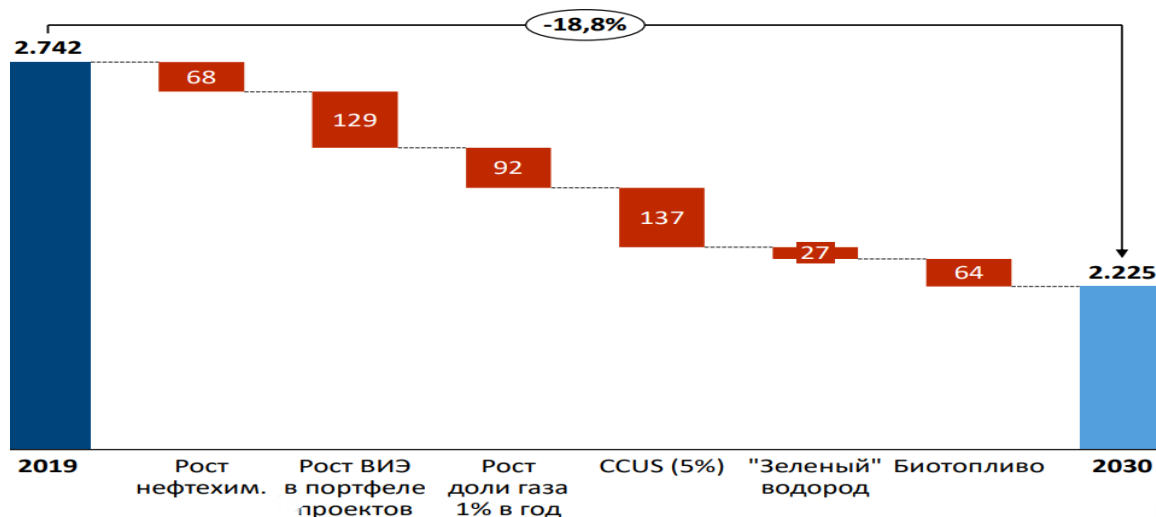


Рис. 2. Сокращение эмиссии CO₂ для сферы охвата 3

Нулевой углеродный след – одна из основных целей для мирового сообщества. Нефтегазохимический комплекс в ближайшее десятилетие столкнется с вызовом, который станет катализатором развития не только для компаний данного сектора, но и приведет к изменению потребления всего

мирового сообщества. Внедрение проектов декарбонизации сегодня является главным стратегическим преимуществом большинства компаний. Налоговые льготы и дотации со стороны государства обеспечат поддержку бизнеса в климатических проектах, особое внимание в данной сфере необходимо уделять поддержке разработки и внедрению технологий декарбонизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. [Электронный ресурс]. // Росгидромет – 2021.– URL : https://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf (дата обращения: 07.12.2021).

2. Леонард, М., Пизани-Ферри, Ж., Шапиро, Д., Тальяпиетра, С., Вульф, Г. Геополитика «Зеленой сделки» Европейского союза [Электронный ресурс]. // Вестник международных организаций. – 2021. – Т. 16. – № 2. – URL : <https://www.hse.ru/data/2021/08/14/1433485832/10%20Леонард%2004-235.pdf> (дата обращения: 07.12.2021).

3. Углеродный налог в ЕС [Электронный ресурс]. // Deloitte. – URL : <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/tax/lt-in-focus/russian/2021/20-07-2021.pdf> (дата обращения: 07.12.2021).

4. A Roadmap for the Global Energy Sector «Net Zero by 2050» [Электронный ресурс]. // International Energy Agency – 2021. – URL : <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (дата обращения: 07.12.2021).

5. «Зеленая» фабрика будущего [Электронный ресурс]. // Boston Consulting Group – URL : <https://www.bcg.com/ru-ru/publications/2021/green-factory-of-future> (дата обращения: 07.12.2021).

6. Порядин, А., Белоглазова, О. Глобальная декарбонизация: эволюция подходов нефтегазовых компаний [Электронный ресурс]. // EY Global. – 2021. – URL : https://www.ey.com/ru_ru/sustainability/how-can-carbon-negative-unlock-positive-value-for-the-planet (дата обращения: 07.12.2021).

7. Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России [Электронный ресурс]. // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО. – URL : https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf (дата обращения: 07.12.2021).

A. A. Davletbaeva, A. A. Kurganskaya, A. E. Semerikova, M. V. Berezyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**OIL AND GAS SECTOR DEVELOPMENT TRENDS WITHIN THE
LOW CARBON ECONOMY**

А. О. Ильинская,
Курганский государственный университет, Курган, Россия

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ УНИВЕРСИТЕТА

Every year, tens of millions of tons of harmful gases and dust from the flue gases of thermal power plants, boiler houses, and industrial enterprises enter the Earth's atmosphere. As a result of the negative impact of ever-increasing energy consumption in many parts of the world, a very dangerous ecological situation has already been created today. In addition, the interaction of carcinogenic hydrocarbons and nitrogen oxides synthesizes compounds that are dangerous to human health. Saving thermal energy reduces the negative impact on the environment and the environment. However, the insufficient temperature level in the buildings of educational institutions can adversely affect the health of people. For this reason, it is necessary to reduce the amount of power consumption while keeping the temperature of the enclosures at a set level.

Отопление – искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и/или требованиям технологического процесса.

На тепло уходит большая доля – до 40 % всей первичной энергии, которая потребляется в нашей стране. Зачастую это тепло расходуется впустую, что чаще всего происходит в неутепленных «холодных» домах и в домах, страдающих от «перетопа». Способы экономии тепловой энергии:

- утепление помещения и/или замена старых окон;
- через окна может теряться до 50 % тепла. Для снижения теплопотерь можно повесить на окна плотные ночные занавески, а также утеплить входные двери и балкон, пол в помещении;
- замена чугунных батарей на более эффективные радиаторы, установка регуляторов подачи тепла.

Для улучшения теплоотдачи следует регулярно промывать радиаторы. А с помощью регуляторов появляется возможность самостоятельно выбирать температуру в помещении. В данной статье рассматривается эффективность способа экономии тепловой энергии путем замены старых окон на современные стеклопакеты; рассчитывается количество теплопотерь и сумма переплаты за отопление в отопительный сезон; определяется срок окупаемости замены окон.

Также определяется количество выбросов газа CO₂ в окружающую среду, как одного из показателей важности снижения потребления тепловой энергии

В ходе комплексного анализа состояния учебного корпуса института были выявлены пустые потери тепловой энергии через старые окна. Таким образом, главной задачей исследования стала «Экономия тепловой энергии посредством замены окон корпуса на стеклопакеты и расчет срока окупаемости произведенных работ». Условия задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Условия задачи

Показатели	Значение
В корпусе имеется 18 старых окон: 4 окна размером 2x0,6м 16 окон размером 2x1,9м;	Сопротивление теплопередаче $R = 0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}.$
Температура в помещениях	+20°C, согласно [1]
Стоимость за киловатт	примем 4,27 руб./кВт*ч

Для расчетов примем температурные показатели в отопительный период 2020–2021 годов (см. рис.).

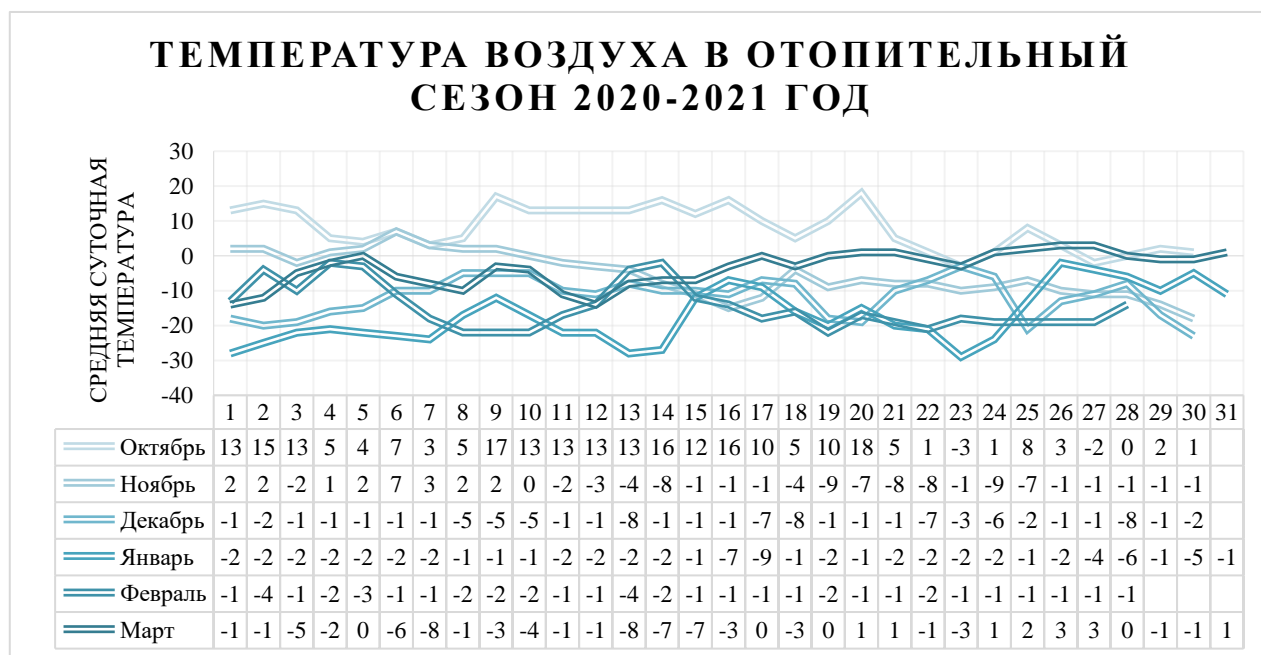


Рис. Температурные показатели в отопительный период

Потери тепла на отопление учебного корпуса.

Потери тепла через окна рассчитываются по формуле:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot T \cdot S,$$

где Q – теплотери через все стены (Вт); R – сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$); S – общая площадь остекления (м^2), 20 м^2 ; T – разница между температурой воздуха в доме (+ 20 °С) и на улице (средние значения).

1) Потери тепла за час в октябре:

$$Q = (1 / 0,32) \cdot 7,9 \cdot 65,6 = 2,4805 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

2) Расходы в рублях за месяц (30 дней), Q_s :

$$Q_s = Q \cdot 24 \cdot 30 \cdot 4,27 = 7626,05 \text{ руб./месяц}.$$

Значит, за октябрь 2020 переплата за электроэнергию составила 7626,05 руб.

Данные за все месяцы отопительного сезона 2020–2021 годов. приведены в таблице 2.

Таблица 2

Потери тепловой энергии и размеры переплаты

Показатели	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Сумма
Потери мощности, кВт	1785,96	3749,04	4693,68	5494,53	5118,56	3480,5	24322,27
Переплата, руб.	7626,049	16008,4	20042,01	23461,64	21856,24	14861,75	103856,1

Согласно [2] для г. Кургана за отопительный сезон только из-за теплотерь уровень выбросов CO_2 составляет 4607,6 кг ($2286,3 \text{ м}^3$). Для сравнения, аналогичная величина выбросов образуется при пробеге легкового автомобиля на 23038 км.

Рассчитанная величина учитывает массу диоксида углерода, образуемого при сжигании электростанцией основного типа топлива в целях производства электроэнергии. Объемы сжигаемого топлива, необходимые для производства 1 кВтч электрической энергии, рассчитаны с использованием средних удельных

показателей по расходу топлива для отдельных технологий выработки электроэнергии [3].

Рассмотрим ситуацию с заменой имеющихся старых окон на новые стеклопакеты. Согласно [4], их изготовление, доставка и монтаж оконной рамы в г. Кургане с «глухими» трехкамерными стеклопакетами 2 х 0,6 м выйдет 7600 руб. и 12700 руб. с «глухими» трехкамерными стеклопакетами 2 х 1,9 м. Итого замена всех окон составит 233600 руб.

Повторим расчет потерь теплоты (действия 1–2) для новых окон.

С учетом сопротивления теплопередаче $R = 1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$, потери тепла за октябрь составят 394,143 кВт, что будет составлять 1682,99 руб. Данные за все месяцы отопительного сезона, после замены окон 2020–2021 гг. приведены в таблице 3.

Таблица 3

Потери тепловой энергии и размеры переплаты после замены окон на
стеклопакеты

Показатели	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Сумма
Потери мощности, кВт	394,14	827,37	1035,847	1212,585	1129,61	768,11	5367,6
Переплата, руб.	1682,99	3532,89	4423,065	5177,74	4823,446	3279,834	22919,96

При этих условиях, за отопительный сезон уровень выбросов CO_2 составляет 1016,9 кг (504,6 м³). Это на 1781,7 м³ меньше, чем до замены окон.

Расчет срока окупаемости.

1) Расходы в рублях за отопительный сезон снизятся на:

$$\Delta Q_s = Q_{s1} - Q_{s2} = 80936,14 \text{ руб.}$$

2) Если предположить, что ежегодная температура останется в тех же пределах, и тариф на электроэнергию не изменится, то установка новых окон окупится за:

$$233600 / 80936,14 = 2,886 \approx 3 \text{ отопительных сезона.}$$

Таким образом, по истечении срока окупаемости, ежегодная экономия ВУЗа на электроэнергию составит примерно 80936,14 руб. за отопительный сезон, а работы по замене окон окупятся за 3 отопительных сезона. При этом, уровень выбросов CO₂ снизится на 1781,7 м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

2. «Зеленый калькулятор» – расчет уровня выбросов CO₂ в атмосферу в зависимости от объема потребленной электроэнергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atomsbt.ru/CO2/> (дата обращения 17.03.2022).

3. Книга 5. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-3/section-2> (дата обращения 13.03.2022).

4. Калькулятор пластиковых окон в Кургане расчет цены по всем производителям. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruokna.com/58-kurgan> (дата обращения 16.03.2022).

*A. O. Pinskaya,
Kurgan State University, Kurgan, Russia*

DEVELOPMENT OF A STRATEGY FOR REGULATING THE ENERGY CONSUMPTION OF UNIVERSITY BUILDINGS

А. П. Караева, Е. Р. Магарил

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОССИЙСКИХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

The procedure of project's evaluation mostly focuses on the economic indicators than ecological ones that negatively impacts the decision-making process: the project with an average economic result but the lowest environmental impact is less likely to be chosen rather than the project with the high economic efficiency and average environmental impact. The article provides brief overview of Russian legislation in the field of environmental impact assessment and the ways to improve it.

Инвестиции являются основным стимулом роста экономики: приток инвестиций в ту или иную отрасль обеспечивает увеличение производственных мощностей, повышение эффективности производства, увеличение объема финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создание новых рабочих мест, рост доходов населения и общее улучшение макроэкономических показателей. Для обеспечения стабильного притока инвестиций в регионы необходимо разрабатывать и внедрять новые инвестиционные проекты, которые, на этапе оценки их эффективности, демонстрируют не только положительные социально-экономические результаты, но и соответствуют современным требованиям в вопросах охраны окружающей среды.

С целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, правительства стран совершенствуют экологическое законодательство и разрабатывают нормативно-правовые акты, стимулирующие промышленные предприятия снижать объемы выбросов и сбросов вредных веществ.

Оценка воздействия реализации проекта на окружающую среду (ОВОС) позволяет принимать решение о реализации проекта не только по его экономическим параметрам (срок окупаемости инвестиций, их рентабельность и предполагаемый доход от реализации проекта), но и по ряду экологических аспектов, таких как объем выбросов парниковых газов, объем использования природных ресурсов и т. д. Предпочтение должно отдаваться тем проектам,

которые демонстрируют экономическую эффективность при минимальном воздействии на окружающую среду [1]. В настоящее время ОВОС чаще всего представляет собой лишь один из этапов оценки, в рамках которого анализируется потенциальное воздействие реализации проекта на окружающую среду. В некоторых случаях могут быть проанализированы долгосрочные последствия реализации проекта, затраты на природоохранные мероприятия, прочие экологические издержки и энергоэффективность проекта.

Несмотря на закрепленную в законодательстве необходимость проведения ОВОС инвестиционного проекта, зачастую ее результаты не отражают всех экологических последствий его реализации. В настоящее время единой методики оценки экологической эффективности инвестиционных проектов не существует, проекты оцениваются по одобренным рекомендациям и методикам, которые могут отличаться в разных странах.

На территории РФ действуют Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция, исправленная и дополненная) (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 года № ВК 477) [2]. Рекомендации содержат основные принципы оценки, подход к оценке (затраты-эффективность), пошаговую инструкцию, расчет основных экономических показателей (чистый дисконтированный доход, срок окупаемости и др.) и небольшое кейс-стади, на примере которого проводится расчет эффективности проекта. В документе обозначена необходимость проведения оценки воздействия проекта на окружающую среду (ОВОС), но рекомендации или требования к ее проведению отсутствуют.

Процедура ОВОС закреплена в ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ и содержит следующие требования к оценке воздействия инвестиционных проектов на окружающую среду:

- анализ первоначального состояния территории, на которую может оказать влияние реализация проекта;
- определение и оценка потенциального воздействия планируемой хозяйственной деятельности;

– определение перечня природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение и/или снижение негативного воздействия, оценка их эффективности;

– определение значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;

– перечень альтернативных вариантов реализации хозяйственной деятельности, направленных на снижение негативного воздействия, и их сравнение [3].

Степень детализации оценки может быть определена самим заказчиком (исполнителем) проекта, главное требование – достаточность полученной информации для оценки возможных экологических последствий реализации проекта. Таким образом, процедура ОВОС в России не содержит четких критериев оценки экологической эффективности, что негативно отражается на качестве и объективности получаемых результатов.

Для совершенствования процедуры оценки экологической эффективности инвестиционных проектов необходимо доработать перечень обязательных критериев и требований для проведения ОВОС, которые будут закреплены на законодательном уровне. Базой для разработки могут стать следующие международные документы:

1) *The World Bank OP 4.01 «Environmental Assessment»* [4];

2) Семейство стандартов *ISO 14000 «Экологический менеджмент»*, выпускаемые Международной организацией по стандартизации [5].

Главным преимуществом рекомендаций Всемирного Банка является разделение всех инвестиционных проектов на три категории: категория А (проведение полной процедуры ОВОС), категория В (проведение упрощенной процедуры ОВОС), категория С (проведение ОВОС не требуется). Проекты, попадающие в категории А и В обязаны проводить оценку влияния реализации проекта на качество атмосферного воздуха, водные ресурсы, биоразнообразие и территорию, на которой планируется реализация проекта.

Разделение проектов на три категории повышает результативность и объективность оценки: к проектам, которые потенциально могут нанести вред окружающей среде, применяются более высокие требования, он должен соответствовать более широкому перечню критериев и оказывать минимально возможное воздействие как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Стандарты *ISO 14000* «Экологический менеджмент» содержат не только принципы и подходы к оценке, но и перечень показателей, необходимых для проведения оценки экологической эффективности проекта. Предложенные в стандартах подходы и методики оценки учитывают потенциальное воздействие реализации проекта на окружающую среду (ОВОС) не только на эксплуатационной стадии, но и на начальной и ликвидационной стадиях. Включение требования оценки экологической эффективности на всех стадиях способствует отбору только тех проектов, которые эффективны на всех стадиях жизненного цикла. Кроме этого, стандарты содержат перечень показателей, которые могут использоваться в рамках ОВОС.

Начиная с середины 90-х годов XX века в систему сертификации России внедряются Международные стандарты *ISO*, которые могут применяться и к проведению ОВОС. Сертификация по стандартам является добровольной и требуется в основном, если предприятие планирует выход на международный рынок, или в случаях, если проект является международным.

Внедрение обязательной сертификации по стандартам *ISO* любых инвестиционных проектов или законодательное закрепление подходов и показателей, предложенных в упомянутых выше документах, окажут благоприятное влияние на процедуру оценки воздействия на окружающую среду инвестиционных проектов и повысят эффективность принятия решений, т. к. приток инвестиций и актуальная экологическая повестка обуславливают необходимость проведения более тщательного отбора проектов как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Таким образом, в качестве основных направлений совершенствования оценки экологической эффективности проектов на законодательном уровне можно выделить:

- создание и внедрение классификации инвестиционных проектов в зависимости от их потенциального воздействия на окружающую среду с последующими требованиями к оценке их экологической эффективности;
- закрепление рекомендуемых подходов к оценке экологической эффективности проектов в различных отраслях экономики;
- разработка перечня показателей, которые в обязательном порядке должны рассчитываться при проведении ОВОС проекта;
- ужесточение требований к подготовке отчета ОВОС, с обозначенной степенью детализации раскрываемых данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karaeva, A., Magaril, E., Al-Kayiem, H., Torretta, V., Rada, E. C. Approaches to the assessment of ecological and economic efficiency of investment projects: Brief review and recommendations for improvements [Text] // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 253. – Pp. 515–525.

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/ (дата обращения 04.04.2022).

3. Приказ Минприроды России от 01.12.2020 № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/573339130> (дата обращения 04.04.2022).

4. The World Bank OP 4.01 – Environmental Assessment [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

http://web.worldbank.org/archive/website01541/WEB/0__-2097.HTM (дата обращения 05.04.2022).

5. Семейство ISO 14000. Экологический менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html> (дата обращения: 05.04.2022).

Improvements of legislative requirements Russia for

A. P. Karaeva, E. R. Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**IMPROVEMENT OF LEGISLATIVE REQUIREMENTS IN RUSSIAN
FOR ECO-EFFICIENCY ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS**

О. В. Литвинова,
Научный руководитель: Е. Р. Магарил, д.т.н, профессор,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПОТЕНЦИАЛ УВЕЛИЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И СПОСОБЫ ИХ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ

The article discusses the public attitude towards the forestry resources utilization in Russia. The information on the global forestry resources is presented. Dangerous factors and impacts affecting the forest and mechanisms of regulation in the field of forestry have been addressed.

В настоящее время проблема обезлесения и восстановления леса стоит остро ввиду нерациональности его использования. Лес – является крупной экосистемой. Ежегодно площадь лесов на планете сокращается в среднем на 10 млн га. Причинами являются пожары, незаконное использование леса, расчистка лесных территорий для добычи полезных ископаемых и строительства различной инфраструктуры. Стоит отметить, что 2021 год стал рекордным в истории России по количеству пожаров и площади уничтожения леса.

По официальным данным в России за 2021 год площадь восстановления лесных ресурсов превысила площадь использования. Запланированные мероприятия по возобновлению леса на всей территории страны были перевыполнены на 98 %. Наибольшая площадь лесовосстановления осталась без изменений, по сравнению с 2020 года, и зафиксирована в Иркутской области – одной из наиболее пострадавших от лесных пожаров за последние годы.

Данные по лидирующим регионам возобновления лесных ресурсов представлены в таблице 1.

Целевой показатель на 2021 год по искусственному лесовосстановлению выполнен на 87 %, исходя из того, что планировалась в натуральном выражении площадь озеленения 239 тыс. га, фактически посажено на 208 тыс. га, прирост показателя составил 15 тыс. га по отношению к 2020 году.

В рамках федерального проекта «Сохранение леса» и разработанной методики расчета соотношения площади восстановления к площади

вырубленных и погибших насаждений значение целевого показателя составило 101,9 % при плановом – 80,4 % по всей России [2].

Таблица 1

Общий рейтинг регионов по восстановлению лесных земель за 2020 г.*

№	Наименование региона	Га
1	Иркутская область	15 394,1
2	Красноярский край	10 713,1
3	Тверская область	10 035,7
4	Вологодская область	8 926,3
5	Ленинградская область	8 921,0
6	Республика Карелия	7 803,5
7	Республика Башкортостан	7 240,0
8	Хабаровский край	6 709,9
9	Свердловская область	5 860,8
10	Удмуртская Республика	5 547,3
11	Пермский край	4 935,3

*составлено автором на основе данных [1].

В период с 2019 по 2021 год, согласно федеральному проекту, из бюджета было потрачено 2,3 млрд руб. на приобретение лесохозяйственной техники и оборудования. По итогам 2021 года, по заявлению ведомства, 52 субъекта Российской Федерации полностью укомплектованы лесохозяйственной техникой.

Проанализировав лесное законодательство и всевозможные российские и зарубежные акции для увеличения производительности и восстановления лесов предлагается решение по ужесточению мер незаконной вырубке леса, а также проведение оперативных мероприятий, увеличивающих эколого-экономический эффект больше, чем есть в настоящее время на местах уничтоженного леса.

Леса покрывают почти одну треть поверхности суши планеты, что составляет 4,06 млрд га [3]. Население Земли на начало 2021 год составляет 7,9 млрд чел, ожидается, что на конец 2022 года эта величина будет составлять

8,1 млрд чел. Данное соотношение роста и количества запасов лесных ресурсов говорит о том, что на каждого жителя Земли приходится около 0,52 га леса, что вполне достаточно для обеспечения жизнедеятельности одного человека. На рисунке представлена структура распределения мировых лесных запасов.

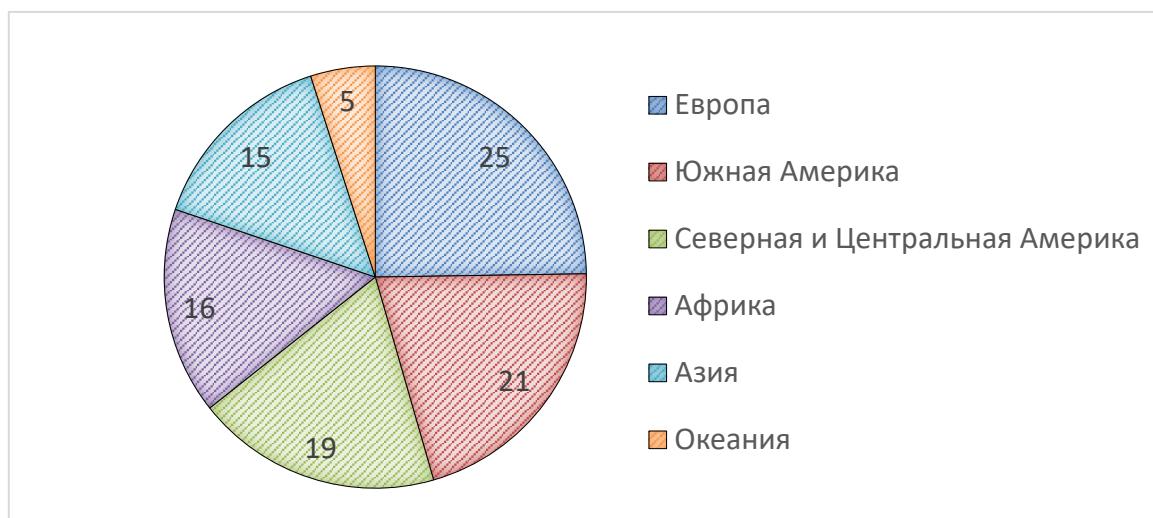


Рис. Структура распределения мировых лесных запасов, %
(составлено автором на основе данных [4])

Лидерами по владению природных богатств являются страны, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Страны, имеющие наибольший запас лесных ресурсов*

№	Страна	млн га	%
1	Россия	815	20
2	Бразилия	497	12
3	Канада	347	9
4	США	310	8
5	Китай	220	5
6	Остальные страны мира	1870	46

*составлено автором на основе данных [4]

Большая часть России покрыта лесами, из которых хвойных пород – 75 %. На территории России леса располагаются неравномерно, это объясняется климатическими и антропогенными факторами. Почти 3/4 лесов приходится на

Дальневосточный и Сибирский федеральные округа. Около 10 % общей площади лесов занимают леса Северо-Западного федерального округа, чуть менее 10 % – леса Уральского федерального округа. Доля леса Центрального, Приволжского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов составляет около 6 % от площади лесного фонда и примерно 12 % общего запаса древесины.

Значимость лесных ресурсов в экономике России. Лес является важнейшей частью экспорта России, но вывозится, в основном, сырой и неотработанный материал. По оценкам экспертов, считается, что вывоз леса в таком виде не является рациональным решением для российской экономики, регламентирующей российским лесным законодательством [5], так как доходы от экспорта могли бы быть выше в случае готовой и обработанной продукции (например, мебели) с более высокой добавленной стоимостью.

Валютная выручка Лесной отрасли РФ, полученная от экспорта древесины и целлюлозно-бумажных изделий в 2020 г. достигла уровня 12,4 млрд долл, что на 3,2 % меньше, чем в 2019 году. Доля экспортных доходов от реализации лесобумажных товаров в совокупной валютной выручке страны по итогам 2020 года составила 3,7 %, в 2019 году – 3,3 %. Столь невысокий показатель Лесного Комплекса России (далее – ЛКР) обусловлен высокими доходами от поставок топливно-энергетических ресурсов.

Определяющими за 2020 год являются такие события как: повышение экспортных пошлин на необработанный лес до 60 %, ужесточение требований к фитосанитарному контролю ввозимых стволов со стороны Китая, а также последствия влияния COVID-19 на экономику в целом – оказали безусловное воздействие на результаты работы ЛКР за 2020 год, а также на прогноз развития отрасли в будущем.

Наряду с достижениями в отрасли наблюдается значительный нереализованный потенциал в части развития ресурсного обеспечения и увеличения глубины переработки древесины. Несмотря на значительную поддержку со стороны государства, инвестиции в лесную промышленность

России в основном носят частный характер, и для опережающего развития отрасли необходимо повысить ее инвестиционную привлекательность.

29 января 2021 года Правительство РФ утвердило обновленную Стратегию развития лесного комплекса страны до 2030 года [6]. Согласно данному документу проблемы сохранения и использования лесов становятся все более многообразными и сложными. Для их решения меняются подходы к их устранению, механизмы управления, как следствие, изменяются стандарты управления лесами, которые должны отвечать международным, социальным, экологическим и экономическим требованиям. Повсеместно увеличиваются усиленные последствиями изменения климата угрозы гибели лесов от пожаров, вредных организмов и других неблагоприятных факторов, риски утраты лесами биологического разнообразия.

В условиях непрерывного роста населения, и увеличивающегося экспорта лесных материалов, возрастает потребность в необходимости владения тем количеством лесных ресурсов, которое позволит обеспечить нормальную жизнедеятельность [7].

В заключении следует отметить, что механизмы управления в области лесного хозяйства подлежат пересмотру с различных аспектов влияния и создания готовой продукции, что влечет за собой новую проблему в лесопользовании, такую как воспроизводство лесов [8]. Существуют разные мнения о способах восстановления лесов, но самый главный из них недостаток – это необходимость в использовании индивидуального подхода по характеру нанесения ущерба лесу. Мероприятия, зачастую проводимые с посадкой деревьев на том месте, где их уничтожили, не приведет к существенному воспроизводству, так как процесс роста растительности довольно долгий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральное агентство лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rosleshoz.gov.ru/rates/reforestation_artificial (дата обращения 01.04.2022).

2. Паспорт федерального проекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://economy.samregion.ru/upload/iblock/4fd/Pasport-FP-Sokhranenie-lesov-_red.-ot-21.12.18_.pdf (дата обращения 01.04.2022).

3. Информационный ресурс «Национальные проекты». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://национальныепроекты.рф/news/spasti-les-kak-boryutsya-s-lesnymi-pozharami-v-rossii-kanade-i-ssha> (дата обращения 01.04.2022).

4. Отчет продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года. – 2021.

5. Лесной кодекс РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения 01.04.2022).

6. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573658653> (дата обращения 01.04.2022).

7. Колбатова, Я. Г., Тарасова, В. В. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов. / Я. Г. Колбатова, В. В. Тарасова // Сборник статей по материалам межрегиональной научно-практической конференции школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2016. – С. 283–285.

8. Попов, Н. Л. Лесовосстановление в России: текущее состояние и пути развития. / Л. Н. Попов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2021.

O. V. Litvinova,
Scientific adviser: E. R. Magaril, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

POTENTIAL FOR INCREASING FOREST RESOURCES AND METHODS THEIR RENEWAL

Г. А. Лоев, Ю. В. Пластинина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И СБЫТА МЕТАЛЛОЛОМА В РФ

The collection and processing of scrap and waste of ferrous and non-ferrous metals makes a huge contribution to saving natural resources and saving irreplaceable reserves of raw materials. Russia is implementing a strategic plan to reform this industry.

В Российской Федерации с 2014 года началось реформирование системы сбора и переработки черного и цветного металлолома [1]. В конечном итоге должна сформироваться целая отрасль, которая будет иметь прозрачные пути по сбыту и переработке металлолома и обеспечит государство необходимым количеством вторичного лома. Актуальность данной темы состоит в том, что металлолом является ценным сырьевым ресурсом [2], а экономически эффективные схемы сбора, сортировки поставки и переработки лома, несмотря на накопленный в стране опыт, в РФ до сих пор не реализованы.

Еще чуть менее четверти века назад при плановой экономике лом черных и цветных металлов для возвращения его в производство на общественной основе собирали простые граждане – от школьников, до работников предприятий. В наше время все поставлено на коммерческие рельсы и компании, занимающиеся переработкой лома и отходов черных и цветных металлов, готовы платить за металлолом хорошие деньги.

В российской отрасли лома черных и цветных металлов ведут операции более 5000 предприятий, число работающих превышает 60 тыс. человек [3]. Совокупный годовой объем продаж превышает 1 трлн руб. в год. Крупнейшими трейдерами на рынке являются *Akron Metal Group*, *Мет-Профит*, ООО «Экосистема», ООО «Орис Пром», ООО «Южно-уральская горно-перерабатывающая компания», ООО «Региональные грузоперевозки», АО «Тройка-Мет», ООО «ПО «Уралвтормет», ООО «ТрансЛом», ООО «Квадро» и др. Объем долевого участия организаций в российском рынке металлолома представлен в таблице.

Таблица

Доли организаций в отрасли обращения с металлоломом и совокупный объем рынка металлолома в 2019–2020 годах (данные Росстата)

Трейдер	Доля участия	
	2019 год	2020 год
Объем рынка	34 356 200 т	34 587 175 т
НЛМК	14,3%	14,7%
ТМК Чермет	6,1%	6,0%
Вторресурс-Переработка 3	4,7%	5,3%
Транслон	3,7%*	4,0%*
ЧТПЗ	3,3%	3,7%
ММК	3,1%	3,4%
Металлоинвест	3,3%	3,1%
ЕВРАЗ	1,2%	1,1%
АЭМЗ	0,5%	1,0%
УГМК	0,9%	0,7%
Мечел	0,4%	0,4%
Импэкс-трейд	0,4%	0,3%
УСМК	0,0%	0,0%

Анализируя рынок металлолома в России, можно отметить, что к настоящему времени его инфраструктура в достаточной мере сформировалась: определилась цепочка образования стоимости и основные участники, установлены общие и внутриотраслевые нормы ведения операций. Тем не менее можно выделить ряд проблем, которые в настоящее время оказывают наибольшее влияние на развитие российской отрасли лома черных и цветных металлов [4].

1. Нестабильность рынка, отсутствие баланса спроса и предложения. На рынке лома черных и цветных металлов сложилось взаимодействие на основе устойчивой тройной олигополии. Снабжение вторсырьем конечных потребителей – металлургических компаний – и его экспорт осуществляют крупные трейдеры (перечислены выше), которые, в свою очередь, контролируют деятельность мелких трейдеров, прямо не участвующих в поставках на металлургические предприятия. Именно мелкие трейдеры осуществляют прием металлолома от физических лиц и производственных предприятий и производят рекультивацию земель в местах хранения лома. В настоящее время 20 %

поставок металлолома на рынок формируют компании с государственным участием, 50 % – физические лица, 30 % – производственные предприятия и частные компании. Наличие подобной формы олигополии создает весомые факторы, влияющие, в том числе через государственные органы, на объем поставок металлолома на внутренний и внешний рынок, баланс спроса и предложения и, как следствие, уровень цен. На рисунке показана динамика цен на лом черных металлов на внутреннем рынке РФ [5]. Как видно, колебание цен в течение года может достигать 30%, что свидетельствует о неустойчивости рынка, его низкой предсказуемости.

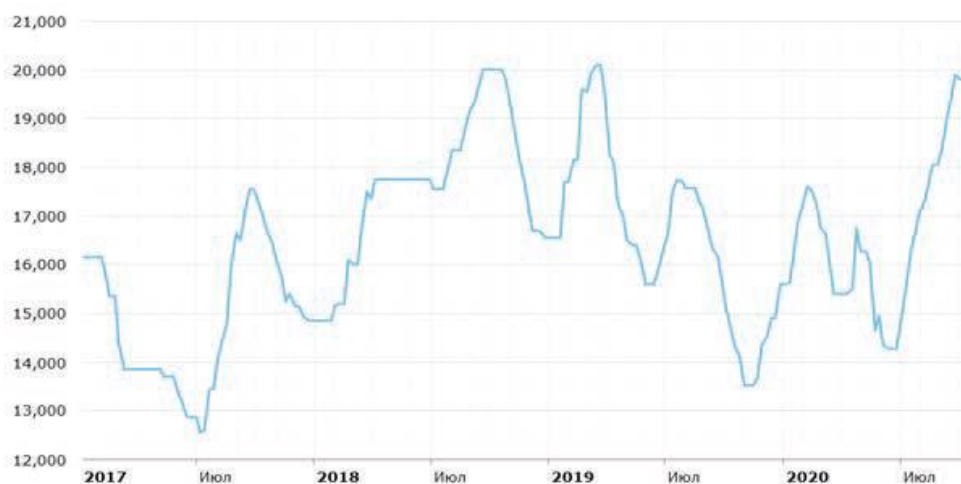


Рис. Динамика цен на лом черных металлов в РФ в 2018-2020 годах [5]

Неустойчивая динамика цен на металлолом показывает, что баланс спроса и предложения на рынке металлолома отсутствует.

2. Ценовой диспаритет. В России на внутреннем и внешнем рынке лома черных и цветных металлов отсутствует равенство цен: выгоднее импортировать, чем реализовывать на территории нашего государства. Дисбаланс достигает 30 %. Подобное обстоятельство влияет на конкурентоспособность российских товаров, в цепочке формирования итоговой стоимости которых значительное место занимает металлургическая продукция. Сложившаяся ситуация объясняет стремление государственной власти улучшить регулирование отрасли лома черных и цветных металлов, однако принятые меры нельзя назвать успешными. Так, введенное Правительством РФ 1 сентября

2019 года ограничение на вывоз металлолома не привело к насыщению внутрироссийского рынка и предполагаемой стабилизации поставок лома металлургическим заводам. Причина вполне очевидна: сформировать достаточный запас металлолома очень сложно. По мнению многих участников рынка, неэффективным является и применение налога на доходы физических лиц при сдаче металлолома на пункты заготовки [3, 6]. С одной стороны, НДС при таких операциях применяется уже второй раз после уплаты при первоначальной покупке товара из металла. С другой стороны, большую сложность представляет собой его администрирование при сдаче лома на пункты заготовки. Все это только усиливает ценовой диспаритет.

3. Непрозрачность рынка. Существенная часть рынка лома черных и цветных металлов связана с нелегальным сбором металлолома. Деятельность компаний, применяющих «теневые» схемы, причиняет репутационный и экономический урон всей отрасли [3]. По оценкам экспертов, объем сделок с неучтенным металлоломом достигает 50 % от всего объема заготовки, т. е. порядка 0,5 триллиона рублей в год. До сих пор небольшие компании–трейдеры рынка, выигрывая тендеры (лоты) на жестких условиях (ценовых, временных или природно-климатических), для выхода на экономическую выгоду вынуждены применять «серые» схемы заготовки и реализации металлолома.

Предлагавшиеся в последнее время решения, такие, как отмена НДС, введение учета, администрирование закупок от физических лиц, сыграли определенную положительную роль, но не решили проблему оптимизации рынка металлолома. Организованное в 2014–2020 годах с перспективой до 2030 года полное реформирование рынка российского вторичного металлического сырья [1] является историческим этапом его эволюции: теперь он признан самостоятельной отраслью. Одним из ключевых изменений является переход отрасли на саморегулирование. Совместно с внедрением рискориентированного подхода в контрольно-надзорной деятельности это должно повысить уровень ответственности самих предпринимателей и одновременно уменьшить необходимость частых проверок со стороны государства. Предполагается

усовершенствование и лицензионной деятельности, создание новых нормативно-правовых актов. Все это в итоге должно вывести ломозаготовительную деятельность в РФ на новый уровень, сделать ее более прозрачной и экономически эффективной, а объем сбора важного металлургического сырья повысить в 1.5 раза (с 30 до 45 миллионов тонн в год).

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 № 839 «Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года».

2. Мингалева, Ж. А. Роль современных технологий в развитии «зеленой» экономики и экологически чистых городов // Вестник Московского университета. – Серия 6. Экономика. – 2020. – № 5. – С. 259–270.

3. Агентство «Руслом». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruslom.com/wp-content/uploads/2019/02/spravka-po-rynku-loma-2018.pdf> (дата доступа 02.05.2022).

4. Угренинов, С. В. Функционирование и взаимодействие региональных рынков лома и отходов черных металлов / С. В. Угренинов. – Таганрог : Изд-во ЧОУ ВО ТИУиЭ, 2020. – 96 с.

5. Агентство «MetallPlace.Ru». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metallplace.ru/price-index/osnovnye-syreanye-materialy/lom-3a/?yclid=6534511679352888742> (дата доступа 02.05.2022).

G. A. Loev, I. V. Platinina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

REFORMING OF THE SYSTEM OF COLLECTION AND SALES OF SCRAP IN THE RUSSIA

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАНАДЫ

The article discusses the resource base of the Canadian oil and gas sector, the organizational and economic structure and state policy of the industry, highlights the problems and prospects for the development of the oil and gas production.

Канада является развитой страной, с довольно стабильной экономикой, которая сформировалась благодаря наличию значительных природных ресурсов, установлению крепких связей с США (фактически образовали единый рынок) и Европой. Основа экономики Канады – энергетика. Большая часть электроэнергии ($\frac{3}{5}$) вырабатывается на ГЭС. Часть нефти, природного газа и электроэнергии Канада экспортирует в США.

По данным отчета *British Petroleum* [1] наибольшую долю потребления энергоресурсов составляет нефть и природный газ, из-за наличия значительных запасов (часть нефти импортируется из-за высокой себестоимости собственной из битуминозных песков). При этом с 2010 по 2020 год потребление нефти уменьшилось на 7 %, а использование природного газа увеличилось на 22,4 %, как более выгодного сырья (рис. 1).

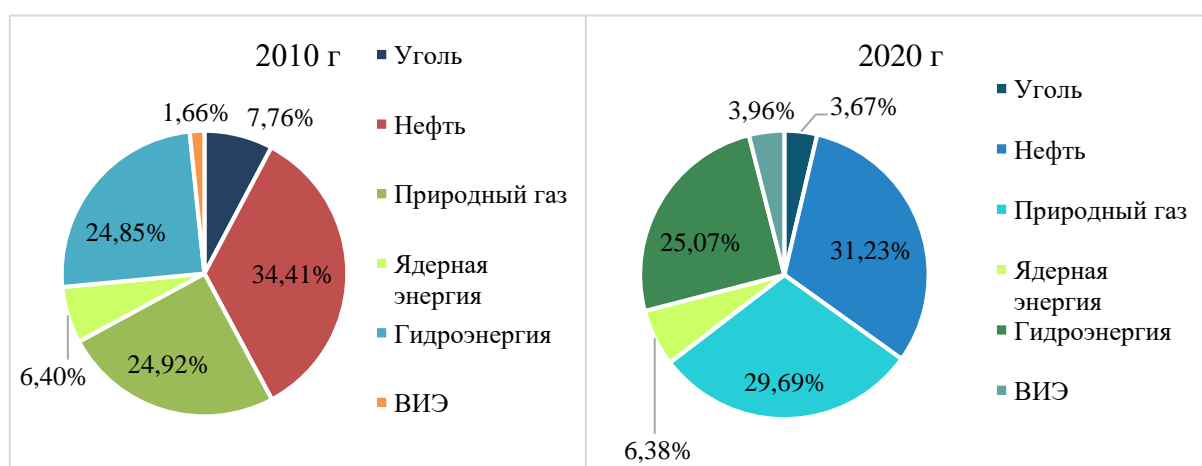


Рис. 1. Структура потребления энергетических ресурсов в Канаде

Гидроэнергетика составляет $\frac{1}{4}$ в структуре потребления, чему способствовали богатые водные ресурсы страны. Наибольший рост у ВИЭ –

145 %, как у самых технологически развивающихся источников энергии. Угольная энергетика составляет малую долю, которая снижается из-за незначительных запасов сырья и не экологичности технологий.

Канада находится на 3-м месте по доказанным запасам нефти в мире (рис. 2), однако эти запасы представляют собой битуминозные пески, что сильно усложняет технологии получения необходимых фракций нефти и повышает себестоимость добычи. В период с 2000 по 2020 год запасы уменьшились на 7,37 %, и доля в мире сократилась на 4,25 % из-за того, что значительно возросла добыча на 201,61 %, а новые месторождения не открываются.

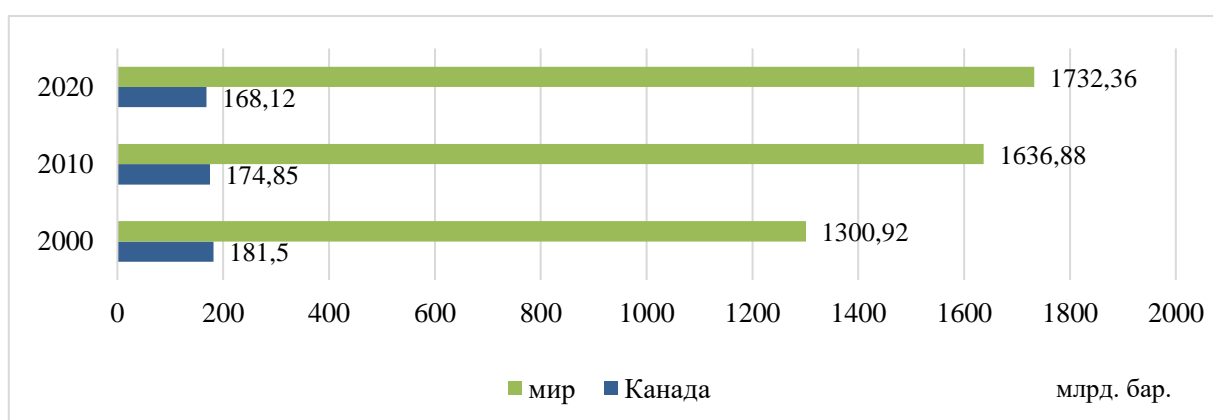


Рис. 2. Место страны в мире по общим доказанным запасам нефти

Самые крупные месторождения нефтяных песков находятся в провинции Альберта (табл. 1). Цена безубыточности для нефтяных компаний этого региона – от 30 до 50 долл./бар.

Таблица 1

Крупные месторождения нефтяных песков Альберты [2]

Название месторождения	Год открытия (освоения)	Запасы (оцениваемые)	Компании
Атабаска, Форт МакМюррей	открытие – 1778 освоение – 1967	176 млрд бар.	<i>Suncor Energy, Royal Dutch Shell, Imperial Oil</i>
Колд-Лейк	открытие и освоение – 1980	160 млрд бар.	<i>Imperial Oil, Husky Energy</i>
Пис-Ривер	открытие и освоение 1963	90 млрд бар.	<i>Encana Corporation, Imperial Oil</i>

По запасам природного газа Канада находится на 14 месте в мире, по добыче – на 6 месте. За 20 лет запасы уменьшились на 70,4 %, добыча сократилась на 6,3 % из-за истощения старых месторождений и прекращения открытия новых (табл. 2).

Таблица 2

Крупные месторождения газа [2]

Показатели	Характеристика
Крупнейшие месторождения газа	Рейнбоу-Лейк (Альберта), Пембина-Форкс (Альберта), Медисин-Хат (Альберта), Тейлор (Британская Колумбия), Кристофер-Бей (Сасканчеван)
Запасы	Альберта – 0,75 трлн м ³ Британская Колумбия – 1,24 трлн м ³ Сасканчеван – 0,037 трлн м ³
Крупнейшие компании	<i>Canadian Natural Resources Limited, Suncor Energy, Imperial Oil, Cenovus Energy, Tourmaline Oil Corporation</i>
Цена безубыточности	1,75–2,75 долл./тыс. куб. футов

С точки зрения организационной структуры нефтегазовой отрасли, большинство компаний являются частными, таким образом, государство не регулирует отрасль напрямую, что способствовало развитию оптового рынка торговли энергией и конкуренции.

Рынки газа Канады и США интегрированы и работают как единый рынок Северной Америки. *Henry Hub* в Луизиане является центром ценообразования Нью-Йоркской торговой биржи *NYMEX*. *AECO Hub* в Альберте и *Dawn Hub* в Онтарио – центры ценообразования в Канаде. Рынки нефти также объединены с США сетью трубопроводов, на чей насыщенный рынок Канада поставляет сырье по заниженным ценам. Большинство сделок также осуществляются на торговых биржах (*NYMEX, CME* и др.).

С точки зрения государственного регулирования отрасли в Канаде нет единой энергетической политики или органа, который управляет разработкой запасов нефти и природного газа. Юрисдикцию в отношении энергетических ресурсов разделяет федеральное правительство и правительства провинций

Канады (рис. 3). Кроме того, правительства являются владельцами прав на добычу полезных ископаемых (большинством прав обладают правительства провинций) [3].

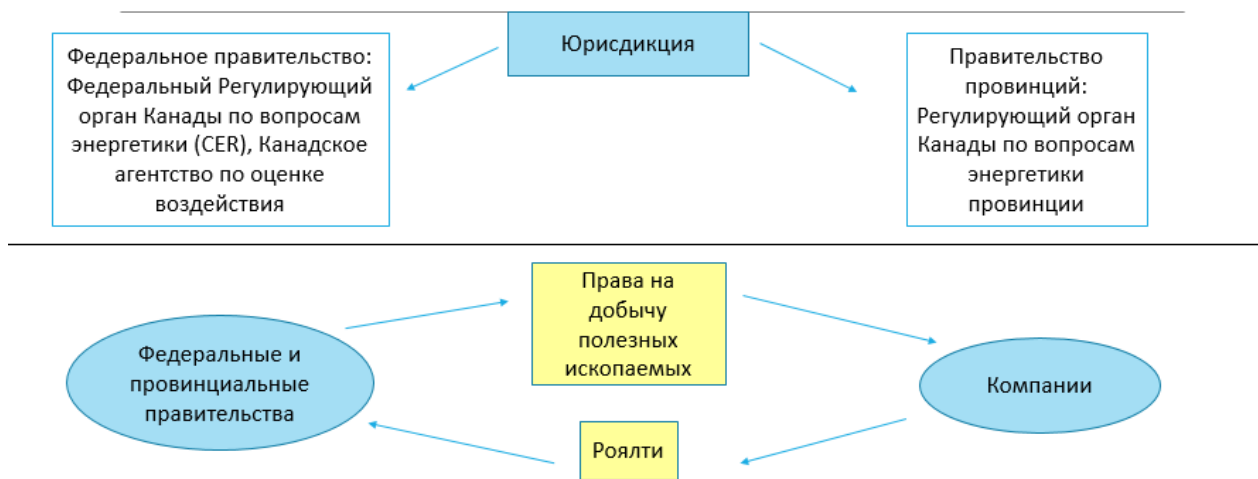


Рис. 3. Государственная политика в нефтегазовой отрасли Канады

Существует Регулирующий орган Канады по вопросам энергетики (*Canada Energy Regulator – CER*) – федеральное агентство, регулирующее международные и межпровинциальные трубопроводы, экспорт/ импорт и развитие энергетики. Провинции имеют собственные регулирующие органы.

Частные компании должны получать права (лицензии/ договоры аренды) на разведку и добычу нефти и природного газа от федеральных и провинциальных правительств. Таким образом, в государственные бюджеты средства поступают за счет выдачи договоров аренды производителям нефти и газа – роялти, с учетом объема добычи, или установленный платеж в случае отсутствия добычи.

Канадская нефтегазодобывающая промышленность в течение многих лет сталкивалась с многочисленными проблемами, которые препятствовали или тормозили развитие отрасли. Эти трудности включают в себя сокращение инвестиций и капитальных затрат, которые привели к сокращению добычи, прекращение строительства трубопровода *Keystone XL* на границе Канады и США, ограничивающий потенциал пропускной способности трубопроводов, ввод налога на выбросы углекислого газа, который привел к заметному

увеличению затрат на производство. Кроме того, были приняты нормативные акты, разработанные для ускорения перехода к зеленой энергетике, что увеличило неопределенность регулирования и эксплуатационные расходы. Как заявило Международное энергетическое агентство, инвестиции в возобновляемые источники энергии остаются значительными, несмотря на усиливающуюся экономическую неопределенность. Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии составила 27 % в 2020 году, что на рекордные 2,3 процентных пункта больше, чем в 2019 году, и ожидается, что к 2025 году она достигнет 33 % [4].

Финансовая поддержка ископаемого топлива становится все более ограниченной. Канадское правительство взяло на себя обязательство постепенно отказаться от «неэффективных субсидий на ископаемое топливо» с 2009 года, а также недавно объявило об усиленном климатическом плане для достижения нулевых углеродных выбросов к 2050 году, который увеличит налог на выбросы углерода с 50 долларов за тонну в 2022 году до 170 долларов за тонну к 2030 году [4], что будет сопровождаться сокращением субсидий на ископаемое топливо.

Однако, несмотря на вышеперечисленные трудности, экспорт нефти и природного газа по-прежнему составляет одну пятую от экспортных поступлений Канады. И, согласно обновленной статистике Международного энергетического агентства, нефть по-прежнему обеспечивает значительную часть мировых потребностей в энергии – 32 %. В 2021 году мировой спрос на нефть восстановился, и к 2025 году на Азию будет приходиться 77 % роста спроса [5]. Поэтому при сокращении традиционной нефти в других регионах, роль нефтяных песков Канады будет только возрастать. Спрос на природный газ также будет расти, в связи с увеличением использования в качестве топлива для автотранспорта вместо нефтяных дистиллятов и сырья для получения электроэнергии вместо угля и нефти.

Возобновляемые источники энергии в настоящее время не способны обеспечить все потребности, что показал недавний энергетический кризис в

Европе и последовавшее резкое повышение цен на газ. При этом канадская и мировая промышленность развитых стран признает потребность в альтернативных формах «зеленой» энергии как части энергетического баланса. Члены *CAPP Canadian Natural Resources Ltd., Suncor Energy Inc., Cenovus Energy Inc. и Imperial Oil Ltd.* обязались к 2050 году стать компаниями с нулевым показателем выбросов CO₂ в соответствии с заявленными климатическими целями страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Full report – Statistical Review of World Energy 2021//British Petroleum. [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения 01.10.2021).
2. Industry Across Canada//CAPP. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.capp.ca/economy/industry-across-canada/> (дата обращения 07.10.2021).
3. Oil and gas regulation//Canada//ICLG. [Электронный ресурс]. – URL: <https://iclg.com/practice-areas/oil-and-gas-laws-and-regulations/canada> (дата обращения 03.10.2021).
4. The oil and gas sector in Canada: A year after the start of the pandemic// Statistics Canada. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/36-28-0001/2021007/article/00003-eng.htm> (дата обращения 25.10.2021).
5. The oil sands aren't dying// Energy Now. [Электронный ресурс]. – URL: <https://energy-now.ca/2020/09/the-oil-sands-arent-dying-and-canada-still-needs-them-to-thrive-stewart-muir/> (дата обращения 15.10.2021).

A. E. Semerikova, A.V. Romyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY OF CANADA

А. С. Чердакова, С. В. Гальченко,
Рязанский государственный университет, Рязань, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИРОДООХРАННОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ В АСПЕКТЕ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

The article assesses the need for the development and implementation of «green» technologies in various production processes in order to change and improve the environmental policy of the Russian Federation. An analysis of the most promising areas for the introduction of «green» technologies is given.

Стремление мировой общественности к преодолению кризисных явлений в области экологической безопасности нашло отражение в Концепции устойчивого развития (1992 год), одним из главных принципов которой является принцип триединства: равный учет экономической, социальной и экологической составляющих целей дальнейшего развития современной цивилизации. Признание данного принципа имеет ввиду построение новой модели экономического роста – развитие «зеленой» экономики, основанной на создании производств с учетом снижения негативного воздействия на окружающую среду и, как следствие, улучшения условий жизни людей. Одним из базисных тезисов развития эколого-ориентированной экономики являются «зеленые» технологии.

На данный момент «зеленые» технологии распространяются практически на все экономические сферы, включая не только промышленность, энергетику, транспорт, сельское хозяйство, но и менеджмент, организацию производства, оказание услуг и др.

Многие страны уже встали на путь построения «зеленой» экономики, сохранив при этом, или даже увеличив, темпы экономического роста и высокий уровень жизни населения. Среди них Норвегия, Финляндия, Швеция, Германия, Дания, Новая Зеландия и др.

Российская Федерация, в настоящее время, заметно отстает от мировых «зеленых» лидеров. Так, в опубликованном Всемирным фондом дикой природы (WWF) и компанией «Cleantech» рейтинге стран по внедрению экологических бизнес-инноваций Россия оказалась в числе аутсайдеров [1]. При этом для нашей

страны вопрос экологизации экономики имеет особую актуальность и значимость. Именно в нашей стране уровень антропогенных изменений компонентов окружающей среды достиг тех критических значений, при которых дальнейшее негативное воздействие может привести не только к деградации естественных экосистем, но и снижению природного капитала государства. Так, согласно официальным данным, в последние годы ущерб от загрязнения окружающей среды с учетом вреда населению в РФ достиг 15 % от ВВП [2].

Для России характерны специфические особенности, обременяющие процесс внедрения в экономику «зеленых» технологий: природно-ресурсный характер экономики и ее высокая природоемкость, экологически несбалансированная инвестиционная политика, высокий физический износ оборудования и технологий, недостаточный учет экономической ценности природных ресурсов и услуг и др.

Перечисленные затруднения преодолимы при условии приложения к ним действенных политических и управленческих решений, в том числе в рамках совершенствования природоохранной политики государства, а также экономических и научно-технических механизмов.

На пути к эколого-ориентированной экономике, России необходимо отказаться от экстенсивной экспортно-сырьевой модели развития. Сохранение данной модели неприемлемо не только с экологической, но и с экономической точки зрения.

В первую очередь, необходимо максимально использовать имеющиеся природно-климатические возможности нашей территории. Так, продолжительность поступления солнечной радиации в южных регионах страны вполне позволяет развивать там экологически безопасную солнечную энергетику. За последние годы, благодаря господдержке индустрии по выпуску фотовольтаики, удалось увеличить выработку энергии на солнечных электростанциях в сотни раз [3]. Продолжение работы в данном направлении позволит значительно повысить применения солнечной энергетики в различных областях российской экономики.

Однако, что касается ветроэнергетики, то здесь наша страна существенно отстает от мировых трендов. Весьма перспективны для внедрения ветроэнергетики Дальний Восток и побережье северных морей. Развитию данной отрасли энергетики препятствует отсутствие собственного оборудования и технологий. Как и в случае с солнечной энергетикой, направленная господдержка отечественного производства ветрогенераторов могла бы решить данную проблему. Примером может послужить Китай, который за несколько лет с нуля создал одну из крупнейших в мире ветроэнергетических сетей [4].

Большим потенциалом развития в РФ обладает геотермальная энергия. Их запасы в стране превышают запасы энергии от сжигания органического топлива в 10–15 раз. На данный момент РФ является одним из мировых лидеров по производству и продаже геотермального оборудования. Однако главные источники геотермальной энергии в стране расположены крайне экономически невыгодно – на Камчатке, Сахалине и Курильских островах. Несмотря на это, имеющийся потенциал является основанием для дальнейшего развития геотермальной отрасли. Учитывая низкую стоимость геотермальной энергии, необходимо рассмотреть перспективы проектов по перераспределению и транспортировке энергии от места ее получения в другие регионы страны.

Еще одним широким пластом развития «зеленых» технологий выступает производство биотоплива, в том числе биогаза, биоэтанола и биодизеля. На данный момент в РФ имеются огромные ресурсы для получения биогаза, поскольку ежегодно образуется порядка 750 млн т животноводческих отходов, значительная часть из которых просто складировается, превращаясь в источник негативного воздействия на окружающую среду. А на неиспользуемых 40 млн га земель сельскохозяйственного назначения вполне возможно выращивание технических культур – сырья для производства биотоплива.

Вопрос снижения ресурсо- и энергоемкости отечественного ВВП – важнейшая задача. Наблюдавшийся в последние десятилетия стремительный рост ВВП сопровождался колоссальным сокращением природного капитала, главным образом по причине истощения природных ресурсов. Для решения

данной проблемы необходимо разработать и внедрить систему учета потока материалов для получения продукции во всех отраслях, отражающую объемы добычи ресурсов на производство товаров в стране, объемы собственного потребления, экспорта и импорта.

Следующим шагом на пути к «зеленой» политике должен стать переход к «циркулярной» экономике или экономике «замкнутого цикла». Уже сейчас мировые технологии позволяют выпускать изделия, содержащие до 80 % рециркулируемых материалов. При таком подходе решается еще одна важная экологическая проблема – снижается объем образующихся отходов. Так, в Европе и США активно внедряется система «зеленой» сертификации *Cradle 2 Cradle (C2C)* – «от колыбели к колыбели». Такой системой предполагается, что уже на этапе разработки продукта должна быть спроектирована схема переработки отходов при его производстве и использовании. Для этого не всегда необходимы сложные высокотехнологичные способы. Весьма интересен пример британского сахарного завода *British sugar* [6]. Решив сократить объемы образующихся отходов, компания предприняла весьма незамысловатые меры. Смываемую при чистке сахарной свеклы почву не сбрасывали со сточными водами, а накапливали в прудах-отстойниках, и затем продавали фермерам. Отходы очистки сахарного сиропа реализовывали как дешевое удобрение, свекольный жмых – как корм скоту, выделяемый на производстве углекислый газ направляли в теплицы.

На наш взгляд, для того чтобы облегчить продвижение «зеленых» технологий в российскую экономику необходимо законодательно закрепить обязательность экологической стандартизации и сертификации хотя бы для крупных производств, оказывающих существенное негативное воздействие на окружающую среду. Многие российские компании, внедрившие у себя систему стандартов серии *ISO 14000* (международные стандарты в сфере экологического управления), отмечают не только тенденцию снижения отрицательного воздействия на окружающую среду, сопряженного с экономическими затратами,

но и увеличение финансового эффекта за счет роста конкурентоспособности выпускаемой продукции и предоставляемых услуг.

В современном мире все большую популярность приобретает система «зеленых» стандартов в области строительства жилых зданий. Широкое распространение получили системы стандартов *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)* и *BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)*. В настоящее время в РФ сертификаты соответствия данным стандартам имеют всего 87 объектов, а о масштабном их внедрении пока не ведется даже речи. Данный факт объясняется тем, что строительство по «зеленым» стандартам значительно повышает конечную стоимость объекта. Однако возведенные таким образом здания, ввиду энерго-, тепло- и водозэффективности требуют значительно меньше затрат на эксплуатацию нежели чем традиционные здания. Функционирование традиционных объектов, как и ЖКХ в целом, сопряжено с огромным количеством экономических и экологических проблем. И в этой связи, «зеленое» строительство могло бы рассматриваться как выход из сложившейся ситуации. Но без государственной поддержки решение проблемы невозможно. По нашему мнению, первоначальную поддержку от государства могли бы получить крупные объекты «зеленого» строительства. При сокращении затрат на содержание таких зданий, высвобождаемые средства могли бы направляться на сооружение уже не столь масштабных проектов.

Внедрение «зеленых» технологий должно опираться на прочную нормативно-правовую базу, которой в нашей стране пока что не существует. Считаем, что платформой для этого процесса может послужить имеющееся результаты в сфере природоохранного законодательства, экологического нормирования, внедрения наилучших доступных технологий.

Построение эколого-ориентированной экономики, в свою очередь, позволит не только обеспечить высокое качество жизни населения России, но и вывести страну совершенно на новый уровень развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискулова, Н. А. «Зеленые» технологии: перспективы развития // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». – 2019. – № 65. – С. 25 – 39.
2. Доклад Государственного совета РФ «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// www.cenef.ru/file/Doklad.pdf](http://www.cenef.ru/file/Doklad.pdf) (дата обращения 01.04.2022).
3. Коданева, С. И. От «коричневой» экономики к «зеленой». Российский и зарубежный опыт // Россия и современный мир. – 2020. – № 1. – С. 46–64.
4. Порфирьев, Б. Н. «Зеленый» фактор экономического роста в мире и в России // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 5 (170). – С. 3–12.
5. Агапова, Е. В., Липина, А. В. Зеленая экономика. Глобальное развитие. / Е. В. Агапова, А. В. Липина // М.: Изд-во Проспект, 2016. – С. 234.
6. «Зеленые технологии». РБК+. – 2019. – № 19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plus.rbc.ru/news/5c761c2d7a8aa9464b05643a> (дата обращения 01.04.2022).

A. S. Cherdakova, S. V. Galchenko,
Ryazan State University named for S. Yesenin, Ryazan, Russia

PROSPECTS FOR RUSSIAN ENVIRONMENTAL POLICY IN THE ASPECT OF THE DEVELOPMENT OF "GREEN" TECHNOLOGIES

М. А. Юрчик,
Научный руководитель: Е. Р. Магарил
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАМЕНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СУШИ РЕСУРСАМИ МОРСКОЙ ВОДЫ И ДНА ОКЕАНА

The article discusses the promising possibilities of using various types of resources of the World Ocean instead of land resources. The prospects of economic development of biological resources, mineral resources, including oil and gas, ocean energy resources, as well as freshwater resources are being studied.

Одним из приоритетов развитых стран в настоящее время является освоение ресурсов Мирового океана. В качестве определяющего фактора устойчивого развития человечества больше внимания уделяется энергетическим, минеральным и биологическим ресурсам Мирового океана. Это обусловлено сокращением в перспективе ресурсного потенциала суши при постоянном росте народонаселения и уровня потребления [1].

Минеральные ресурсы Мирового океана включают в себя пять категорий: углеводороды, газовые гидраты, «традиционные» твердые полезные ископаемые, специфические глубоководные твердые полезные ископаемые и более семидесяти химических элементов, содержащихся в морской воде [2].

По оценкам экспертов АО «Росгеологии», доля добычи «традиционных» твердых полезных ископаемых на морских месторождениях в мировом объеме на сегодня составляет 10 % а к 2050 году может увеличиться до 20–25 % (рис.).

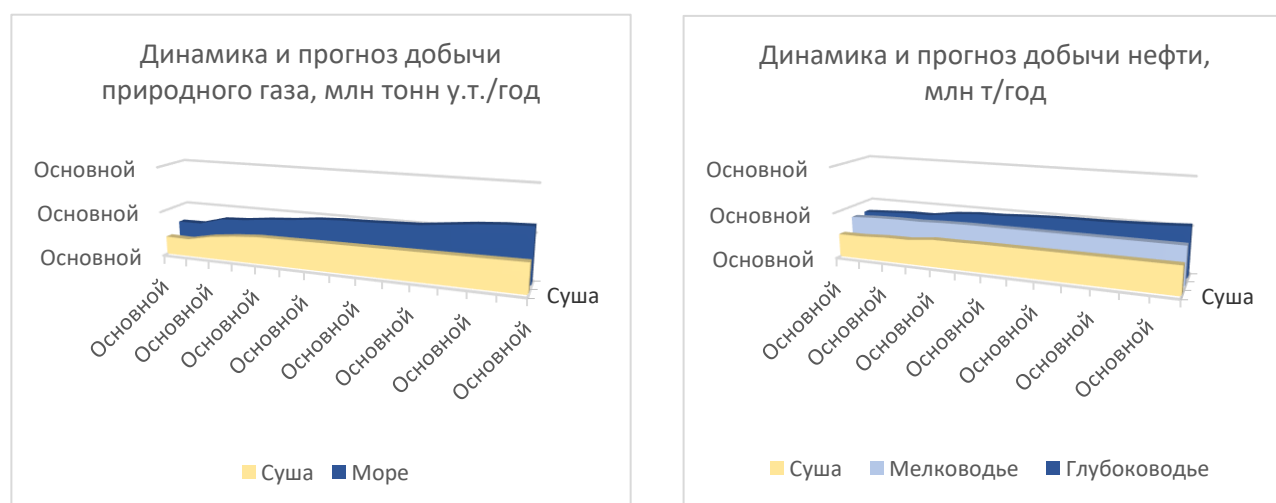


Рис. Прогноз добычи углеводородов АО «Росгеология» [2].

В ближайшем будущем ископаемые энергоносители по-прежнему будут основным компонентом энергобаланса. К 2050 году ископаемое топливо по-прежнему будет составлять около 75 % глобального энергоснабжения [2].

Существует еще один природный энергетический ресурс Мирового океана, о перспективах которого много говорят, – газогидраты. Их запасы вдвое превышают общемировые запасы всех традиционных видов топлива – угля, нефти и природного газа. Несмотря на то, что на данный момент их добыча нерентабельна, при дальнейшем развитии технологий они вполне способны стать более выгодной заменой: так, из одного м³ гидрата можно получить около 164 м³ метана [2, 3].

Разработка месторождений газогидратов является очень дорогостоящей и, несмотря на то, что с развитием технологии стоимость разработки залежей газогидратов должна снизиться, не все эксперты согласны с тем, что данный ресурс сможет стать конкурентоспособным, т. к. диапазон издержек на его добычу составляет 180–550 \$/тыс. м³ и превышает отметку конкурентоспособности в 400 \$/тыс. м³. [2].

Ученые считают, что большая часть имеющегося на Земле метана находится в форме газогидратов. Ежегодно на дне океана образуется до 10 млн тонн метана, а это превышает все мыслимые запасы природного газа [4].

Рост спроса на металлы со стороны различных производственных отраслей обеспечивает значительный толчок рынку морской горной добычи. Расширение использования драгоценных металлов и наночастиц металлов в нескольких промышленных сегментах, создает высокую потребность в извлечении таких металлов. Кроме того, увеличиваются потребности агропромышленного сектора мировой экономики в искусственных удобрениях на основе фосфора, что положительно влияет на увеличение добычи фосфоритов [2].

По всей акватории Мирового океана к настоящему времени выявлено более 330 осадочных бассейнов, перспективных на нефть и газ. Почти в

100 морских бассейнах уже открыты промышленные месторождения, число их составляет примерно 1500. По различным источникам, оценки потенциально извлекаемых ресурсов нефти и газа в пересчете на нефть колеблются от 100 до 311 млрд т и более, из них 68 % залегают на глубинах до 200 м. Доказанные запасы только газа в морских акваториях оцениваются в 9–10 трлн. м³ – это 20 % суммарных доказанных мировых запасов газа [5].

Мировой океан богат и рудными минеральными ресурсами, в том числе редкоземельными металлами. По сравнению с сушей, в нем содержится в шесть раз больше никеля, в десятки раз – кобальта, в два раза – марганца. Запасы меди составляют 80 % прогнозных ресурсов на суше [4].

Важной составляющей ресурсов Мирового океана является морская вода, содержащая элементы солевого состава, которые можно использовать для хозяйственных нужд. Океанская вода используется как для обеспечения населения пресной водой через технологии опреснения, так и для получения полезных химических элементов и соединений (гидрохимические ресурсы) [2].

По современным оценкам, такие воды содержат около 80 химических элементов. В наибольшем количестве океаносфера содержит соединения хлора, натрия, магния, серы, кальция, концентрация которых (в мг/л) довольно высока; в эту же группу входят водород и кислород [6].

Именно Мировой океан играет важнейшую роль в образовании пресной воды. Высокие цены на воду и прогресс в области опреснения морской воды делают опресненную воду конкурентоспособной природной пресной воде [8].

Считается, что в мире есть 8000 заводов по опреснению воды, которые производят приблизительно 10 миллиардов литров питьевой воды ежедневно. Но это менее 0,01 % потребления воды в мире [7]. По прогнозам ученых к 2035 году более 2 млрд людей на планете будут испытывать нехватку чистой питьевой воды, не говоря о производственных мощностях [4]. По некоторым оценкам, в 2030 году мировые объемы опреснения воды вырастут до 120 млрд тонн в год и продолжат расти дальше [2].

Океан – это 145 тыс. видов животных. 35 млрд тонн белка в год вырабатывает Мировой океан. Органического углерода образуется еще больше – 100 млрд тонн. Для сравнения: на суше вырабатывается 50–70 млрд тонн. Основная перспектива, касающаяся биологических ресурсов океана – искусственное разведение морепродуктов на фермах, в садках, на рыбоводных заводах. Это позволит, не нарушая экосистему океана, производить большие количества биологических ресурсов [8].

По мере роста мирового населения инвестиции в дикое рыболовство помогут обеспечить здоровое питание людей в течение следующих 30 лет, заменив интенсивные выбросы углерода наземными белками, такими как говядина и баранина, утверждают исследователи. Каждый доллар, вложенный в увеличение производства экологически чистого океанского белка, по оценкам, приносит 10 долларов выгоды [9].

В Мировом океане заключены огромные, поистине неисчерпаемые ресурсы механической и тепловой энергии, к тому же постоянно возобновляющейся. Основные виды такой энергии – энергия приливов, волн, океанических (морских) течений и температурного градиента [6].

Суммарную энергетическую мощность приливов обычно оценивают от 2,5 млрд до 4 млрд кВт. Энергия только одного приливно-отливного цикла достигает примерно 8 трлн кВт/ч, а это лишь немногим меньше общей мировой выработки электроэнергии в течение целого года. Следовательно, энергия морских приливов – неисчерпаемый источник энергии [6].

Возможности имеются в 25–30 местах земного шара для сооружения данных электростанций. Самыми большими ресурсами приливной энергетики обладают Россия, Франция, Канада, Великобритания, Австралия, Аргентина, США. В морях этих стран высота приливной волны достигает 10–15 м. По запасам приливной энергии Россия занимает ведущее место в мире [4, 7].

К числу энергетических ресурсов Мирового океана относят также кинетическую энергию волн. Волновую мощность Мирового океана суммарно

оценивают в 2,7 млрд кВт в год, что составляет 30 % потребляемой в мире энергии. Потенциал приливной энергии океана оценивается от 1 до 6 млрд кВт (примерно в 1 200 млрд кВт ч в год) [5, 6].

Еще один энергетический ресурс Мирового океана – океанические (морские) течения, которые обладают огромным энергетическим потенциалом. Только механическая энергия океанических течений (без учета переносимого тепла) оценивается в 350–1012 Вт, что в десятки раз больше мощности всех современных энергетических установок. Но КПД существующих преобразователей этого вида энергии всего 0,5–10 % затраты на гигантские турбины огромны, не решены и многие технические проблемы [5].

Температурный градиент. Когда амплитуда температур достигает 20 °С и более, считается экономически оправданным использование ее для получения электроэнергии на гидротермальных (моретермальных) электростанциях [6].

Энергия Мирового океана наносит незначительный ущерб окружающей среде или вообще не наносит. Суточное потребление энергии, выработанной из возобновляемых источников (без учета гидроэнергии), в пересчете на нефть составляет 1 млн баррелей. Однако их доля в мировом энергетическом балансе останется незначительной, а могла бы при соответствующих условиях достигнуть 10–15 % [5].

Так, запасов ключевых полезных ископаемых, обеспечивающих нужды человечества, с каждым годом становится все меньше. Между тем, океан содержит большую часть минералов, которые есть на суше, а также уникальные минеральные образования, не встречающиеся на континентах [2].

Ресурсы океанских глубин способны заменить ресурсы суши и покрыть потребности всего человечества на сотни лет вперед, обеспечив будущее поколения неисчерпаемыми источниками энергии, минеральными ресурсами для промышленного развития, высококачественными продуктами питания и лекарственными средствами. Но для освоения богатств океана необходимы значительные капиталовложения и международная кооперация [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект концепции программы исследований Мирового океана с использованием новых и модернизированных НИС на 2024–2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ocean.ru/phocadownload/programma-flot-minobr.pdf> (дата обращения 01.05.2022).

2. Геология будущего. Освоение ресурсов мирового океана [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://roscongress.org/materials/geologiya-budushchego-osvoenie-resursov-mirovogo-okeana/> (дата обращения 02.05.2022).

3. Исследования Мирового океана как шаг на пути к устойчивому развитию человечества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2020/07/28/issledovaniia-mirovogo-okeana-kak-shag-na-puti-k-razvitiu-chelovechestva.html> (дата обращения 01.05.2022).

4. Норина, В. М. Мировой океан и его роль в обеспечении человечества разнообразными ресурсами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spravochnick.ru/geografiya/mirovoy_ocean_i_ego_rol_v_obespechenii_chelovechestva_raznoobraznyimi_resursami/ (дата обращения 02.05.2022).

5. Дьякова, Н. П. Перспективные возможности хозяйственного освоения ресурсов Мирового океана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-vozmozhnosti-hozyaystvennogo-osvoeniya-resursov-mirovogo-okeana> (дата обращения 01.05.2022).

6. Ресурсы Мирового океана [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://dodiplom.ru/ready/127818> (дата обращения 02.05.2022).

7. Страны, которые опресняют воду [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://coralreef-aqua.ru/strany-kotorye-opresnyayut-vodu/> (дата обращения 02.05.2022).

8. Опреснение воды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://diasel.ru/article/opresnenie-vody/> (дата обращения 02.05.2022).

9. Emma Newburger Investors' next high-yield bets should be on ocean sustainability, researchers say [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnbc.com/2020/07/13/heres-the-economic-case-for-investing-in-oceans.html> (дата обращения 01.05.2022).

M. A. Yurchik,
Scientific adviser: E. R. Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**PROSPECTS FOR REPLACING NATURAL RESOURCES OF LAND
WITH RESOURCES OF SEA WATER AND OCEAN BOTTOM**

РАЗДЕЛ 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С. Е. Баранцева, Л. А. Шибека, Ю. А. Климош, И. М. Азаренко,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Республика Беларусь*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ФИЛЬТРЕ С ЗЕРНИСТОЙ ПЕРЕГОРОДКОЙ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНОГО ЩЕБНЯ

The features of pollution of water bodies with suspended solids are considered. The results of using a filter with porous granular filtering material obtained on the basis of waste from the production of road crushed stone from igneous granitoid rocks in the processes of wastewater treatment from suspended solids are presented. The possibility of its use as a filter material for highly efficient wastewater treatment from suspended solids has been established.

Современный этап развития планеты связан с повсеместным ухудшением качества компонентов окружающей среды. Это обусловлено совокупностью факторов, среди которых нерациональное природопользование, получение сиюминутной выгоды производителями различных видов продукции без учета экологических последствий, рост численности населения и др. Несмотря на прилагаемые усилия со стороны мирового сообщества, экологическая ситуация на планете остается сложной.

Одной из глобальных экологических проблем современности является загрязнение и истощение природных вод, которая для Республики Беларусь также является актуальной. Согласно статистическим данным [1] в 2020 году в Республике Беларусь образовалось 1 152,1 млн м³ сточных вод, из которых 89,8 % (1034,5 млн м³) сброшено в поверхностные водные объекты. Несмотря на повсеместно функционирующие очистные сооружения, вместе с очищенными стоками в указанные водные экосистемы поступило 15 тыс. т взвешенных веществ. Присутствие взвешенных веществ в высоких концентрациях в

природных водах увеличивает их мутность, снижает скорость процесса фотосинтеза водной растительности, изменяет цветность воды, ухудшает эстетический вид водоемов, требует применение дополнительных стадий очистки при использовании такой воды в технологических процессах на промышленных объектах или для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд населения и др.

Для снижения поступления взвешенных веществ со сточными водами в природные водоемы широкое применение на практике получили механические и физико-химические методы очистки сточных вод [2, 3]. В качестве очистного оборудования используют решетки, песколовки, отстойники, фильтры. Широкое применение на практике получили фильтры с зернистой перегородкой.

Цель работы – оценка возможности использования фильтра из зернистого пористого материала, полученного из отсева фракционированных отходов производства дорожного щебня Микашевичского РУПП «Гранит», являющегося одним из крупнейших в Европе предприятий по добыче и переработке плотных горных пород. Используемый зернистый материал получен из сырьевой композиции, содержащей в качестве основы гранитоидные отсева, представленные смесью магматических горных пород, объединенных общим понятием – гранитоиды, средний химический состав которых приведен в таблице 1 [4].

Дополнительными компонентами сырьевой композиции являются глина и порообразующая добавка – карбид кремния. Получение гранулированного материала производится по известной технологии производства керамзита, поэтому возможен отбор зерен необходимых размерных фракций для использования в фильтрах для очистки сточных вод,

В эксперименте использовали модельные сточные воды – аналог стоков, образующихся при производстве строительных материалов, содержащие взвешенные (глинистые) вещества в концентрации $1,5 \text{ г/дм}^3$.

Таблица 1

Средний химический состав гранитоидных пород (мас.%)

Порода	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _{общ.}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	ппп
Лейкократовые граниты	75,85	0,19	12,42	1,38	0,02	0,31	0,85	3,07	5,20	0,09	0,03	0,48
Граниты	71,62	0,36	13,88	2,39	0,05	0,85	1,73	3,21	4,71	0,16	0,06	0,71
Гранодиориты	65,32	0,71	15,57	4,75	0,12	1,96	2,61	3,83	3,34	0,10	0,04	1,17
Диориты	59,67	0,82	17,73	5,65	0,10	2,31	4,57	4,25	3,33	0,16	0,11	0,99
Диабазы, габбродиабазы	50,21	1,33	16,92	10,56	0,18	5,19	7,58	3,69	1,88	0,19	0,18	1,49

Исследования проводили на лабораторной установке, представляющей собой стеклянную колонку с внутренним диаметром 28 мм. Перегородка фильтра включала 3 вида зернистых материалов:

- нижний слой перегородки (с высотой слоя 20 мм) состоял из кварцевого песка с размером частиц 1,0–2,0 мм;
- средний слой (с высотой загрузки 20 мм) представлен кварцевым песком с размером частиц 2,5–7,0 мм;
- верхний слой (с высотой загрузки 50 мм) содержал пористый теплоизоляционный материал, полученный на основе вышеприведенной сырьевой композиции с размером частиц 4–12 мм.

Раствор модельных сточных вод пропускали через зернистый фильтр. Оценку эффективности очистки сточных вод от взвешенных веществ проводили по изменению оптической плотности исходного раствора стоков и образующегося фильтрата. Измерение оптической плотности проводили при длине волны 540 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм для каждой пробы фильтрата объемом 25 см³. Раствором сравнения выступала дистиллированная вода. Оценку работы фильтра проводили также по величине скорости фильтрования сточных вод через установку. С этой целью фиксировали продолжительность образования каждой порции фильтрата. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Установлено, что при дальнейшем пропускании сточных вод через фильтр происходит увеличение времени фильтрования сточных вод. При этом степень очистки стоков не изменяется. Наблюдаемое явление обусловлено заполнением пористого пространства между гранулами зернистого материала фильтрующей загрузки и свидетельствует о повышении гидравлического сопротивления в системе. Для увеличения скорости прохождения сточных вод через фильтр требуется создание давления над перегородкой или вакуума после нее. Также это может служить основанием для переключения фильтра на стадию регенерации.

Очистка сточных вод от взвешенных веществ с использованием фильтра
с зернистой перегородкой

Объем сточных вод, прошедший через фильтр, см ³	Скорость фильтрования сточных вод, см ³ /с	Степень очистки сточных вод, %
25	0,065	17,8
50	0,020	37,5
75	0,035	46,4
100	0,018	90,1
125	0,017	99,8
150	0,017	99,8
175	0,016	99,8
200	0,015	99,8

Анализ результатов, показал, что с увеличением объема сточных вод, прошедших через фильтр, возрастает степень очистки стоков. Это обусловлено снижением пористости фильтрующей загрузки за счет накопления в ней задержанных из ранее прошедших через фильтр сточных вод взвешенных веществ. При пропускании через фильтр с зернистой загрузкой 125 см³ сточных вод наблюдается высокая степень очистки – 99,8%, которая при последующем пропускании стоков не изменяется.

Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования в качестве материала фильтрующей перегородки в зернистых фильтрах гранул, полученных на основе отхода переработки магматических горных пород, полученных при производстве дорожного щебня, количество которых составляет почти 25 % от выпускаемой продукции, составляющей более 21 млн. т в год.

Благодаря особенностям структуры используемого пористого материала и его частично остеклованной поверхности, он обладает химической инертностью по отношению к веществам, содержащимся в сточных водах типового предприятия по производству строительных материалов. Достоинством его использования в качестве зернистой фильтрующей загрузки является то, что на стадии его получения можно варьировать размер получаемых гранул, используемых в процессе создания фильтра.

Полученные результаты позволяют рекомендовать для высокоэффективной очистки сточных вод от взвешенных веществ фильтры, где в качестве зернистой загрузки используется материал, полученный из отхода производства дорожного щебня – гранитоидных отсеков. Следует отметить, что эффективная очистка сточных вод с использованием гранитоидных отсеков, занимающих огромные прилегающие к предприятию территории, позволяет внести совместный вклад в улучшение экологической напряженности Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/9c4/9c40a9f749c9becf2c0df53bdb7105cc.pdf> (дата обращения 26.03.2022).
2. Воронов, Ю. В., Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
3. Родионов, А. И. Технологические процессы экологической безопасности. Гидросфера: учебник для академического бакалавриата / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 283 с.
4. Химические анализы горных пород кристаллического фундамента Белоруссии. Справочник / А. М. Пап [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1988. – 243 с.

S. E. Barantseva, L. A. Shibeka, Y. A. Klimosh, I. M. Azaranka,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

**WASTEWATER TREATMENT ON A FILTER WITH A GRANULAR
PARTITION BASED ON A POROUS GRANULAR MATERIAL FROM
ROAD RUBBLE PRODUCTION WASTE**

А. Ю. Варавинова, Н. А. Жогов, Е. С. Кузнецов, Д. В. Ступина,
С. В. Тарасиков, Д. А. Филиппова, М. В. Волкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СТАЦИОНАРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

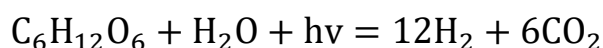
This paper presents the results of the development of an environmentally safe and versatile plant for producing hydrogen from cyanobacteria. The necessary conditions for the release of hydrogen are considered and the optimal nutrient medium is selected.

В современном мире довольно ярко выражена проблема, связанная с получением энергии из возобновляемых ресурсов, таких как геотермальная энергия рек и морей, энергия солнца, ветра. В последнее десятилетие появился особый интерес к водородной энергетике. Водород является экологически чистым топливом, практически единственным продуктом сгорания, которого является вода. Помимо высокой теплоты сгорания (122 кДж/г), еще одним важным преимуществом его использования в качестве энергоносителя является исключение выделения парниковых газов и других загрязнений в окружающую среду и снижение выброса углекислого газа в атмосферу. Следует также отметить, что водород возможно получать из практически не ограниченного по запасам сырья: отходов сельскохозяйственных предприятий, пищевых и лесоперерабатывающих производств, воды, и микроорганизмов. Как известно, существующие способы получения водорода, такие как конверсия метана и других углеводородов, переработка нефти, газификация угля и т. п. оказывают негативное влияние на окружающую среду, а существующие экологичные способы получения газа (электролиз воды на электроэнергии ветровых и солнечных электростанций) являются дорогими. Поэтому актуальной задачей является создание стационарного устройства для получения экологически чистого водорода, стоимость производства которого будет дешевле существующих способов. Для того чтобы выполнить поставленную задачу

необходимо подобрать сырье, которое бы использовалось в таком устройстве и которое не требовало бы особых условий для выделения из него водорода.

В качестве такого материала можно использовать микроорганизмы, которые сами катализируют процессы при относительно невысоких температурах и атмосферном давлении в окружающей среде. Кроме того, микроорганизмы могут восстановить и сконцентрировать энергию из водных органических ресурсов.

Для работы в качестве сырья были выбраны цианобактерии. В отличие от зеленых водорослей в сине-зеленных происходит непрямой биофотолит, который представляет собой совокупность двух реакций, осуществляемых цианобактериями, у которых водород выделяется за счет наличия гидрогеназы и нитрогеназы:



В этом процессе стадии выделения кислорода и водорода разделены в пространстве и во времени. Нитрогеназа также является ферментом, чувствительным к кислороду. У цианобактерий она преимущественно локализована в специализированных клетках, гетероцистах, неспособных к выделению кислорода. Кислород же выделяется остальными клетками. Благодаря толстой оболочке гетероцистов, не пропускающей кислород, нитрогеназа не подвергается ингибированию им.

Среди цианобактерий существуют виды, обладающие как нитрогеназной, так и гидрогеназной активностью. Это и представляют наибольший интерес, так как именно они содержат гетероцисты, защищающие нитрогеназу от ингибирующего действия кислорода.

Таким образом, цианобактерии являются единственными организмами, которые могут выделять водород в воздушной атмосфере в присутствии кислорода. Скорость образования ими водорода в несколько раз выше, чем у зелёных микроводорослей, и составляет 10-40 мл/л·ч. Использование

цианобактерий для получения водорода является предпочтительным также по той причине, что они характеризуются минимальными требованиями к субстрату. Но вода у гетероцистных цианобактерий вовлекается для образования водорода через серию промежуточных реакций, а не напрямую, как у микроводорослей и цианобактерий без гетероцист.

В основе феномена выделения водорода микроводорослями лежит процесс фотосинтеза. В ходе фотохимических реакций в тилакоидных мембранах микроводорослей за счет энергии солнечного света при определенных условиях выделяется молекулярный водород.

Проанализировав стоимость производства водорода традиционными способами, можно заметить, что получение водорода из сине-зеленых конкурентноспособно (табл. 1).

Таблица 1

Стоимость производства водорода различными способами, руб./л H₂

Технология производства	Стоимость производства
ПКМ (природный газ)	12,7
Газификация угля	13,3
Электролиз воды на электроэнергии: от энергосистемы	44,6
1) от ВЭС (ветровые электростанции)	65,3
2) от СЭС (солнечные электростанции)	118,5
Из сине-зеленых водорослей	19,5

Устройство, разрабатываемое авторами работы, должно быть компактным и удобным в эксплуатации. Концепция такого устройства предложена ниже на рис. 1.

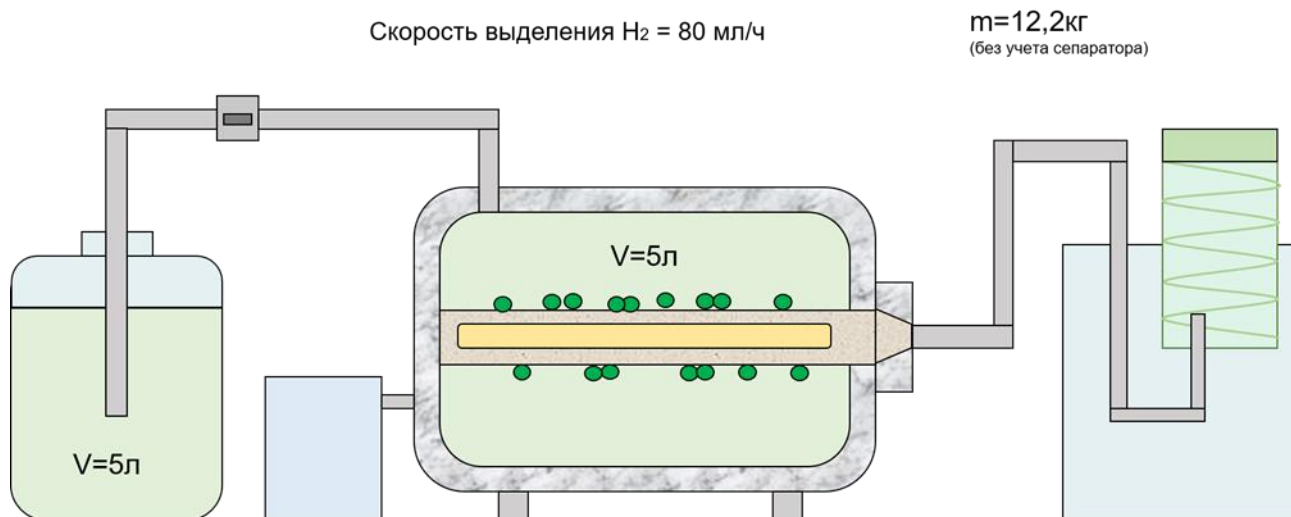


Рис. 1. Макет биореактора:

- 1 – бидон с полыми стенками, имеющими общий выход (внутри инертный газ); 2 – емкость с питательной средой; 3 – насос для подачи питательной среды; 4 – термостат; 5 – соединительные шланги; 6 – питательная среда Чу №10; 7 – сине-зеленые водоросли; 8 – полые волокна; 9 – лампа; 10 – газожидкостный сепаратор.

На данный момент ведется проработка фильтра для разделения газов и эксперименты по выделению водорода.

Синяк, Ю. В., Петров, В. Ю. Прогнозные оценки стоимости водорода в условиях его централизованного производства // Проблемы прогнозирования. – 2008. – № 3.

A. Yu. Varavinova, N. A. Zhogov, E. S. Kuznetsov, D. V. Stupina, S. V. Tarasikov, D. A. Filippova, M. V. Volkova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

STATIONARY DEVICE FOR OBTAINING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY HYDROGEN USING CYANOBACTERIA

К. В. Ермакова, Т. М. Сабирова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ МАРКИ АГ-3 ДЛЯ ДООЧИСТКИ БИОХИМОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КХП

The post-treatment of bio-treated wastewater of the CCP with activated carbon (AU) of the AG-3 brand from pollutants causing bichromate oxidizability (COD) was investigated. It is shown that the grinding of granulated coal reduces its consumption for the post-treatment of wastewater by ~ 7 % and eliminates its color. It has been established that granulation, used in the production technology of AG-3 grade AU based on semi-coke dust, reduces the sorption efficiency of high-molecular compounds of folic and humic acids.

В настоящее время завершена технология биоочистки сточных вод в режиме нитри-денитрификации (НДФ) внедрена только на четырех из одиннадцати коксохимических предприятий (КХП) РФ. Остальные КХП продолжают очищать сточные воды от фенолов, роданидов и цианидов по двухступенчатой технологии, исключающей очистку от аммонийного азота. То есть экологическая обстановка в регионах размещения этих КХП остается неблагоприятной. В связи с этим внедрение технологии НДФ на данных КХП относится к числу актуальных природоохранных мероприятий.

В то же время, как следует из работы [1], несмотря на существенное повышение глубины биологической очистки сточных вод в режиме НДФ, по ряду показателей нормативное для ряда КХП (менее 100 мгО₂/л) содержание очищенных сточных вод для сброса на городские очистные сооружения (ГОС) не достигается. К числу таких показателей относится бихроматная окисляемость (ХПК), характеризующая общее содержание химически окисляемых органических примесей. Если исходить из остаточного содержания исходных загрязнителей на уровне следов, то снижение ХПК должно было составлять более 99 %. Однако на практике фактическое снижение ХПК происходит не более чем на 80–85 % и остается в пределах 300–450 мгО₂/л. Еще более высоким ХПК (около 1500 мгО₂/л) характеризуются сточные воды, образующиеся в процессе аэробной минерализации активного ила.

Эта технологическая операция обычно применяется для снижения объема его органической части перед обезвоживанием.

Как установлено основной причиной высокого остаточного ХПК являются продукты жизнедеятельности активного ила, т. е. вторичные загрязнители. К ним относятся промежуточные и конечные продукты ферментативных реакций, пигменты, фолиевые и гуминовые кислоты, а также вещества, образующиеся в результате неполного окисления соединений сложного химического состава, которые обычно содержатся в сточной воде КХП.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы были подбор и отработка способа снижения ХПК биохимочищенных сточных вод до нормативного уровня.

Из анализа результатов эффективности, апробированных в работе [1] способов доочистки сточных вод (коагуляционной обработки, озонирования, дистилляции, мембранной очистки, адсорбции) можно сделать вывод, что для снижения ХПК наиболее приемлемым для исследований является адсорбционный. Так коагуляционная обработка обеспечивает только частичное снижение ХПК; озонирование – это не только очень энергоемкий способ, но и требующий полного удаления взвешенных веществ; дистилляция и мембранная очистка, наряду с высокой затратностью, приводят к образованию трудно утилизируемых концентратов сточных вод.

В отличие от них применение адсорбции для очистки сточных вод КХП позволяет не только удалить органические загрязнители, но и приемлемым для КХП способом утилизировать отработанный сорбент – добавкой в шихту на коксование в качестве сырьевого источника. При этом не исключается возможность внедрения технологии регенерации сорбента.

Таким образом, объектом исследования настоящей работы был адсорбционный способ доочистки биохимочищенных сточных вод КХП от вторичных загрязнителей с использованием гранулированного активированного угля (ГАУ) известной промышленной марки АГ-3. Данный уголь получают путем очередности следующих стадий: 1) формирование гранул из связующего

и пыли каменноугольного полукокса; 2) активация гранулированного полукокса при температуре 800–900 °С, сопровождающаяся химической реакцией с образованием пористой структуры его поверхности.

Предметом исследования были биохимочищенные производственные сточные воды КХП, полученные при отделении от минерализованного активного ила, то есть с ХПК в ~4 раза выше, по сравнению со сточной водой, сбрасываемой на ГОС.

Задачи, решаемые в ходе исследований:

- подбор оптимальной дозы ГАУ марки АГ-3 для очистки сепараторных сточных вод минерализацией избыточного активного ила от вторичных загрязнителей;
- оценка влияния измельчения ГАУ угля АГ-3 на эффективность очистки сточной воды.

Методика и результаты исследований. В колбы объемом 100 мл приливали по 50 мл сточной воды КХП, добавляли в них заданные навески активного угля, либо исходного ГАУ, либо измельченного ГАУ (ИГАУ), перемешивали в течение 5 минут, затем отстаивали 15 минут и отбирали пробу обработанной сточной воды на определение бихроматной окисляемости (ХПК) двухчасовым кипячением [2]. Кроме этого, в пробах, обработанных ГАУ, ИГАУ и в исходной сточной воде определяли содержание общих фенолов, роданидов, аммонийного азота и нитритов по общеизвестным аттестованным методикам (ПНД и Ф).

Результаты экспериментов по подбору доз ГАУ и ИГАУ для снижения ХПК биохимочищенных сточных вод до нормативного уровня приведены на графиках рисунка 1. Из них видно, что при использовании обоих видов АУ обеспечивается полное снижение ХПК сточных вод. Однако расход ИГАУ для достижения такого эффекта составил на 7 % меньше. Установлено, что динамика снижения ХПК по мере увеличения доз обоих видов АУ на обработку сточной воды, не имеет пропорциональной зависимости.

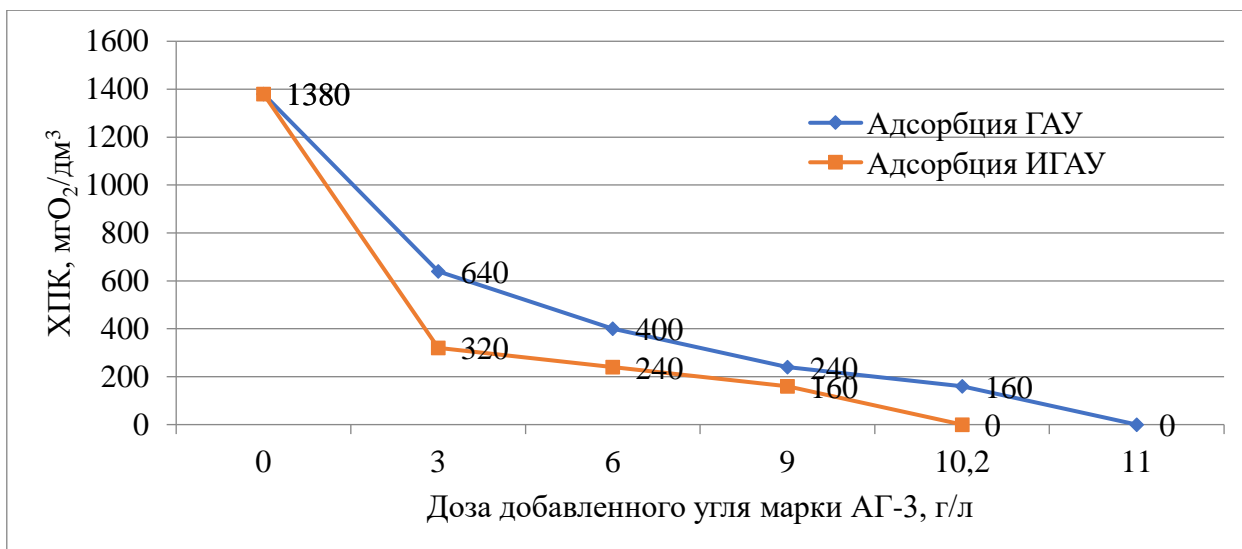


Рис.1. Влияние доз ГАУ и ИГАУ на динамику снижения ХПК

Так, в результате добавки первой дозы ГАУ 3 г/л снижение ХПК произошло на 740 мгО₂/л (с исходного уровня 1380 до 640 мгО₂/л). То есть в среднем для снижения ХПК на 100 мгО₂/л расход ГАУ составил 0,246 г/л, тогда как средний расход ГАУ для последующего снижения ХПК на каждые 100 мгО₂/л составил 1,25 г/л.

По сравнению с ГАУ сорбционный эффект ИГАУ проявился в несколько большей степени, особенно при его исходной дозе 3 г/л. Снижение ХПК сточной воды составило 1060 мгО₂/л, то есть почти на 30 % больше, чем в эксперименте с ГАУ. Однако средний расход ИГАУ на каждые последующие 100 мгО₂/л ХПК был выше и составил более 2 г/л, в отличие от расхода 1,25 г/л ГАУ.

В процессе эксперимента также было установлено, что устранение цветности обеспечивает только измельченный ГАУ, причем уже при первой исследованной дозе 3 г/л. Это позволяет сделать вывод, что гранулирование АУ снижает эффективность сорбции высокомолекулярных соединений, каковыми являются соединения, обуславливающие цветность сточных вод КХП – гуминовые и фолиевые кислоты.

При оценке влияния АУ на остаточное содержание других загрязнителей сточных вод было показано, что удаление остаточного содержания роданидов до уровня ПДК (0,1 мг/л) могут обеспечивать оба вида АУ. Однако удаление

фенолов до ПДК (0,001 мг/л) и выше достигается только с ИГАУ. При этом адсорбционное воздействие обоих видов АУ на доочистку от соединений азота было незначительным.

Выводы:

1. Показана возможность снижения ХПК биохимочищенных сточных вод АУ марки АГ-3 как до заданного уровня, так и на 100 %.

2. Средняя доза ГАУ для снижения ХПК на 100 мгО₂/л составила 0,8 г/л; для измельченного ГАУ до размера частиц 0,1 мм – 0,74 г/л.

3. Установлено, что устранение цветности сточных вод КХП, обусловленной вторичными загрязнителями (продуктами жизнедеятельности бактериальных культур) в исследованных пределах доз от 3 до 11 г/л, достигается только с использованием измельченного ГАУ марки АГ-3.

4. Гранулирование полукоксовой пыли с использованием органического связующего, применяющееся в технологии производства АУ марки АГ-3, снижает эффективность сорбции высокомолекулярных соединений размера фолиевых и гуминовых кислот.

1. Сабирова, Т. М., Неволлина, И. В. Экспериментальная оценка и анализ способов подготовки биохимочищенных сточных вод коксохимического производства к утилизации // Кокс и химия. – 2017. – № 4. – С. 27–39.

2. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. – М. : 2004.

K. V. Ermakova, T. M. Sabirova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**EVALUATION OF ACTIVATED CARBON OF THE AG-3 BRAND
FOR THE POST-TREATMENT OF BIO-TREATED WASTEWATER OF
THE CCP**

М. В. Гранкин, Н. А. Звягинцева,
Байкальский государственный университет, Иркутск, Россия

МАЙНИНГ КРИПТОВАЛЮТ: ВОПРОСЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЮ

The modern period of the functioning of economic systems is associated with the rapid development of the cryptocurrency market. To ensure the existence of this market, constant mining of crypto-currencies (mining) is necessary, associated with the consumption of a large amount of energy resources. In addition to this fact, cryptocurrency mining poses a number of serious threats to the ecology of the planet (the use of rare earth metals for the production of equipment, the formation of electronic waste at the end of the life cycle of equipment, etc.). These aspects require scientific understanding and the promotion of applied ways to eliminate the identified threats to the environment.

Современный период функционирования экономических систем связан со стремительным развитием рынка криптовалют. Для обеспечения существования данного рынка необходима постоянная добыча криптовалют (майнинг), связанная с потреблением большого объема энергоресурсов. Кроме данного факта майнинг криптовалют несет ряд серьезных угроз для экологии планеты (использование редкоземельных металлов для производства оборудования, образование электронных отходов в конце жизненного цикла оборудования и пр.). Данные аспекты требуют научного осмысления и выдвижения прикладных путей устранения выявленных угроз для окружающей среды.

На современном этапе развития экономических систем всеобъемлющая цифровизация обусловила резкое изменение порядка осуществления взаимодействий между экономическими агентами, а также представителями социума. Некоторые явления, порожденные данным процессом, в случае их глобального признания начинают оказывать существенное влияние на традиционные экономические процессы, экологию и профессиональную жизнедеятельность физических лиц, создавая предпосылки их частичной реорганизации [1, с. 204]. Глобализация мировой экономики и развитие ИТ-технологий, в частности, в финансовой сфере сделали возможным возникновение криптовалют и их последующее быстрое распространение по всему миру. Высокие темпы роста операций с криптовалютой, значительное

увеличение стоимостного оборота цифровых финансовых активов диктуют необходимость изучения антропогенного влияния майнинга на биосферу и экологию планеты в целом. Майнинг или добыча криптовалют рассматривается как деятельность по созданию новых структур с использованием технологии блокчейн для обеспечения функционирования криптовалютных платформ. Подобная технология основана на использовании значительных вычислительных мощностей, следовательно, на потреблении большого количества энергоресурсов. В большинстве случаев используются невозобновляемые источники энергии.

Такое положение вещей приводит к истощению природных ресурсов и изменению климата, что противоречит идеям концепции устойчивого развития и не способствует поддержанию баланса между антропогенным воздействием и достижением удовлетворительного состояния в экологической сфере.

Потребление большого количества энергии при майнинге, получаемой путем сжигания углеводородов, вредит экологии планеты, может нанести значительный ущерб окружающей среде и содействовать перемене климата. Так, если диоксида углерода становится слишком много, он начинает играть роль тепловой изоляции для планеты. Поверхность Земли начинает нагреваться. Тают льды, изменяются климат и видовой состав флоры и фауны. Изменение климата – проблема, прежде всего, для человечества, которое тысячи лет живет в относительно комфортных условиях.

В течение последних лет добыча криптовалют растет стремительными темпами, обновляя рекорды по энергетическому потреблению. По мнению ряда ученых майнинг является глобальной угрозой, которой необходимо противостоять.

Исследования Кембриджского университета¹, проведенные в последние годы, показали, что потребление энергии при майнинге криптовалют достигло 121,36 тераватт-часов в год (см. рис.), что сопоставимо с общим

¹ Потребность в мощности сети Биткоин // URL: <https://ccaf.io/cbeci/index> (дата обращения 04.03.2022).

энергопотреблением таких стран, как Аргентина, ОАЭ, Пакистан, Нидерланды и превзошла энергопотребление таких стран как Белоруссия, Норвегия, Швеция и Малайзия.



Рис. Потребление электроэнергии при майнинге Биткоина за период с 2017 г. по февраль 2022 г. (ТВт\ч)²

К настоящему времени только на сеть Биткоина приходится примерно 0,5 % мирового энергопотребления. А между тем, энергосистемы многих стран мира до сих пор зависят от таких ресурсов, как газ и уголь, в процессе сжигания которых вырабатывается углекислый газ. Так, например, Россия занимает 3-е место по объемам майнинга в мире.

Между тем, самую дешевую энергию производят ТЭС, работающие на угле. Значительный их объем сосредоточен в Китае, в связи с чем, на территории данного государства добывается около 60 % всех биткоинов. Как результат – большие расходы энергии на майнинг приводят к высоким выбросам углекислого газа в атмосферу, что наносит существенный вред экологии. По данным международного исследования «Углеродный след биткоина», соответствующие годовые выбросы углерода в результате майнинга варьируются от 22,0 до 22,9 млн тонн, что сопоставимо с уровнями,

² Потребность в мощности сети Биткоин // URL: <https://ccaf.io/cbeci/index> (дата обращения 04.03.2022).

произведенными Иорданией и Шри-Ланкой. Включение в расчет других криптовалют удваивает данные показатели [2, с. 52].

В ответ на увеличение выбросов углеводородов, Китай, занимавший лидирующие позиции по добыче криптовалюты, к настоящему времени запретил майнинг, поскольку основным источником энергии в Китае является уголь.

Исследования, проводимые А. С. Павловой, М. А. Данилюк, О. И. Сергиенко, позволили сформировать матрицу экологических аспектов майнинга криптовалюты, комплексно характеризующую многоплановость негативного воздействия майнинга на окружающую среду (табл.). d

Таблица

Анализ экологических аспектов майнинга криптовалюты [3, с. 123]

Экологический аспект	Экологическое воздействие	Вероятность	Последствия	Риск
1. Использование редкоземельных металлов для производства оборудования	истощение природных ресурсов	высокий	высокий	высокий
2. Потребление энергии для майнинга	истощение природных ресурсов	очень высокий	критический	критический
	загрязнение воздуха (углеродный след)	высокий	высокий	высокий
3. Использование вычислительной техники для майнинга	загрязнение воздуха в результате выделения тепла	очень высокий	критический	критический
4. Энергопотребление для охлаждения вычислительной техники	истощение природных ресурсов	очень высокий	высокий	высокий
5. Образование электронных отходов в конце жизненного цикла оборудования	загрязнение почвы опасными отходами	высокий	средний	высокий

Ученые из Гавайского университета Маноа (США) проанализировали затраты энергии, которые нужны для того, чтобы поддерживать работу рынка криптовалют, предположив, что он будет развиваться подобно другим широко распространенным технологиям, таким как мобильные телефоны и пластиковые карты. Исследователи пришли к выводу, что для этого нужно будет столько электроэнергии, что связанные с ее получением выбросы углекислого газа могут вызвать глобальное потепление на два градуса уже к 2033 году [4, с. 439]. Между тем, по данным доклада Рамочной конвенции ООН по изменению климата, повышение температуры еще на два градуса грозит беспрецедентными последствиями, такими как полное таяние льдов Северо-Ледовитого океана.

Дальнейшее развитие рынков криптовалют требует модернизации и постоянного обновления майнинговых ферм, использования весомого количества электронного оборудования. Таким образом, образуется значительный объем отходов, содержащих электронные и другие электрические устройства, а также их части. Электронные отходы могут иметь высокий класс опасности из-за наличия в них веществ, таких как свинец, ртуть, полихлорированные бифенилы, поливинилхлорид и прочие [5, с. 37].

Еще одной относительно новой проблемой стало распространение *NFT* (*Non-fungible token*, невзаимозаменяемый токен) – вид криптографических токенов, каждый экземпляр которых уникален.

Невзаимозаменяемый токен есть криптографический сертификат цифрового объекта с возможностью передавать сертификат через механизм, применяемый в криптовалютах, поддержка существования которого также потребляет огромное количество энергии. Сам по себе токен не является подтверждением права на владение цифровым активом в контексте законодательства об авторском праве. *NFT* не препятствует копированию объекта, он только закрепляет за владельцем «цифровую фишку», созданную на основе одного из экземпляров цифрового артефакта. Первоначальные, благие цели *NFT* заключались в том, чтобы предоставлять цифровым художникам способ подтвердить авторское право на свои работы.

В настоящее время роль *NFT* стала гораздо шире. Например, его используют как внутриигровые активы, которые контролируются пользователем. Так, в 2019 году *Nike* запатентовала систему под названием *CryptoKicks*, которая будет использовать *NFT* для проверки подлинности физических кроссовок и предоставления виртуальной версии обуви покупателю.

Однако, внезапная популярность привела к тому, что цифровое искусство в *NFT* продается за миллионы долларов, в следствие чего тысячи пользователей зашли на этот рынок исключительно ради заработка. Колоссальные объемы вторичных токенов потребляют большое количество энергетических ресурсов и не несут в себе никакой пользы, кроме прибыли для тех, кто их продает.

Таким образом, возрастающие издержки и очевидный вред экологии при майнинге, как антропогенной деятельности, потребляющей большое количество энергии, подтверждены бесспорными фактами. Проблема усугубляется тем, что майнинг криптовалют является новацией, слишком быстро набирающей темпы развития, что создает угрозы, ключей к устранению которых в настоящий момент не найдено. Предположительно, для достижения устойчивого развития криптовалютной сферы необходимо разработать альтернативную стратегию майнинга с использованием возобновляемых источников энергии. Можно предположить, что при рациональном использовании ресурсов, снижении энергопотребления и регулировании сферы майнинга криптовалюты на законодательном уровне угроза экологии будет иметь нисходящий тренд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цуканова, Н. В. Операции с криптовалютами: баланс между экономическим развитием и экологической безопасностью / Н. В. Цуканова, Е. В. Бедняк, Д. В. Соболев // Современная мировая экономика: проблемы и перспективы в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии: сб. науч. тр. – Москва, 2019. – С. 204–205.

2. Сапожников, Н. О. Анализ экологических последствий увеличения потребления электроэнергии майнерами криптовалют / Н. О. Сапожников, М. А. Индустрив [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-ekologicheskikh-posledstviy-uvvelicheniya-potrebleniya-elektroenergii-maynerami-kriptovalyut> (дата обращения 31.03.2022).

3. Павлова, А. С. Экологическая оценка криптовалюты для устойчивого развития цифровой экономики / А. С. Павлова, М. А. Данилюк, О. И. Сергиенко // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2019. – № 3. – С. 118–127.

4. Мосько, Т. В. Криптовалюта и Экология / Т. В. Мосько // Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – 2019. – С. 438–441.

5. Федоров, А. Д. Электронные отходы: вызов XXI Века / А. Д. Федоров, К. Б. Греков // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения: материалы научной конференции., Санкт-Петербург, 12–13 апреля 2018 г. – Санкт-Петербург, 2018 г. – С. 35–38.

M. V. Grankin, N. A. Zvyagintseva,
Baikal State University, Irkutsk, Russia

CRYPTOCURRENCY MINING: ISSUES OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT

А. А. Курганская, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ОТХОДОВ

The article describes the current problems of the oil and gas sector. The technological scheme of disposal of drilling waste by the method of reinjection is given. The basic principles and operating conditions of the technological installation are described.

По итогам 2020 года наиболее потребляемым энергоресурсом является нефть. Данные статистического сборника *British Petroleum* указывают, что доля нефти в мировом энергобалансе составила 31,2 % [1].

На всех этапах, начиная от добычи нефти и заканчивая потреблением нефтепродуктов, оказывается значительное воздействие на окружающую среду. В связи с этим для нефтяных компаний всегда актуальными являются экологические проблемы, которые они стараются решать различными способами. Снижение негативного экологического воздействия нефтегазового сектора стимулируется со стороны государства. Требования природоохранного законодательства и правил лицензирования и землеотвода постоянно ужесточаются. Поэтому задача эффективного обезвреживания нефтеотходов и ликвидации накопителей остается актуальной [2].

В рамках деятельности по обращению с отходами бурения нет универсального способа обезвреживания отходов. Каждая отдельная компания должна исходить не только из физико-химических характеристик пласта и нефтешлама, но и экономической целесообразности мероприятий по утилизации отходов бурения.

В последние годы технология закачки буровых отходов и нефтешлама в пласт получила особую популярность в РФ. Так возвращение в недра земли изъятых ресурсов снижает потенциальное воздействие на почвенный покров и снижает издержки на хранение, транспортировку и обезвреживание отходов, образующихся при бурении и эксплуатации скважин.

Закачка отходов в пласт (реинджекшн) является безопасным и экономически выгодным методом утилизации отходов. Важным условием является наличие принимающего пласта и водоупорных пластов сверху и под принимающим пластом. Данное условие необходимо для снижения риска загрязнения грунтовых вод.

Технологический процесс (рис. 1) включает в себя три основных этапа [3].

1. Сбор отходов (таких как буровой шлам, нефтешлам и отработанные буровые растворы).
2. Доставку на стационарный узел утилизации отходов бурения.
3. Перемешивание отходов в однородную, пригодную для закачки пульпу массу, с последующей ее закачкой в пласт.

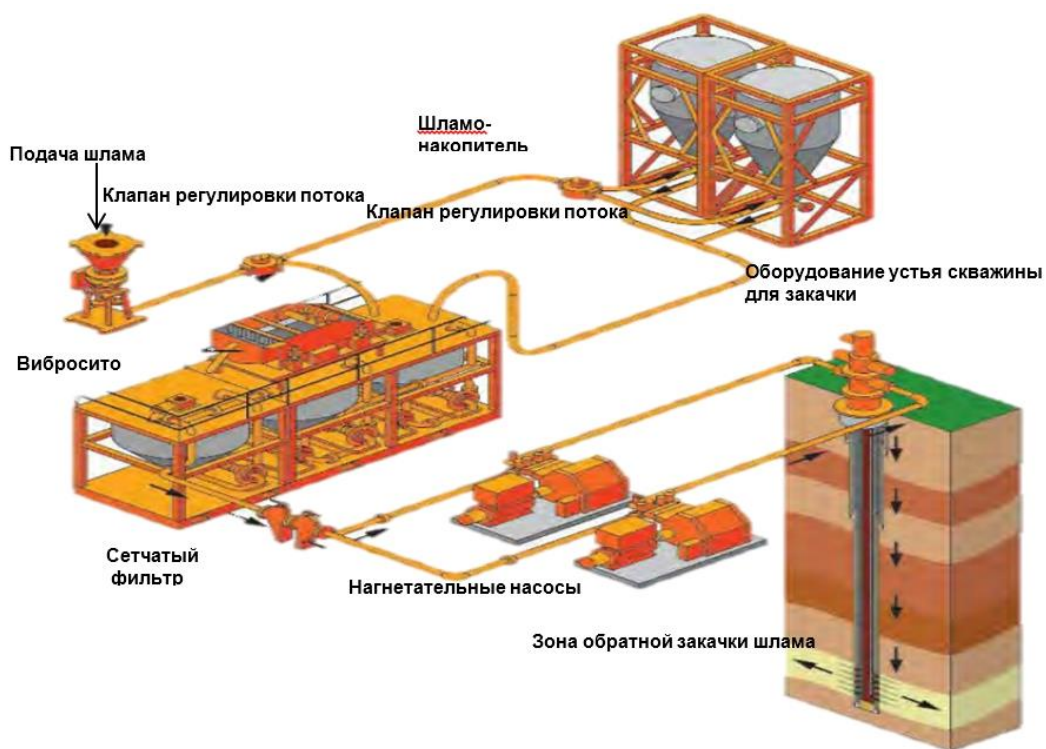


Рис. 1. Технологическая схема закачки БО в пласт [6]

Разделяют несколько способов обратной закачки буровых отходов [4]:

- в затрубное пространство, в эксплуатационную скважину после завершения буровых работ (при разведочном бурении);
- в специально пробуренную скважину при долгосрочной разработке месторождения.

На этапе проектирования является важным геологическое изучение местности и пласта и последующие моделирование системы по закачке отходов бурения в пласт. На этом этапе обосновывается выбор оборудования и места его установки, и рассчитываются все риски, которые могут возникнуть при реализации проекта [5].

К наземным рискам относятся: риски поломки и перегруженность оборудования. Подземные риски включают в себя: геологические разломы; закупорку перфорации; ограниченную емкость закачки; неконтролируемый рост трещины; осаждение твердой фазы; плохое качество цемента.

После учета рисков и построения модели проекта рассчитывается конструкция скважины и в последующем начинается этап подготовки к началу реализации проекта. В среднем от момента расчетов до момента введения проекта в эксплуатацию проходит от 1 года до 2-х лет.

В процессе бурения скважины циркулирующий в ней буровой раствор выносит на поверхность куски горных пород и скальные остатки. Таким образом, сначала производится очистка бурового раствора от твердых частиц при помощи вибросита. Затем очищенный буровой раствор направляется на повторное использование. Камни и частицы грунта распределяются по размеру с помощью калибровочных сит. Крупный материал, к которому относятся частицы размером более 300 микрон, проверяется на отсутствие на его поверхности остатков бурового раствора и может быть в дальнейшем использован в качестве строительного материала для отсыпки дорог и буровых площадок.

Оставшийся материал запускается в дробильную установку для измельчения каждой твердой частицы до размера не более 80–100 микрон в диаметре, после чего производится их смешивание с жидкой фазой – остатками бурового раствора или водой, использованной при промывке. Соответствующий расчетным критериям раствор закачивается в пласт нагнетательным насосом высокого давления.

Для реализации проекта по закачке буровых отходов необходимо получить разрешительную документацию в области обращения с отходами. Действия

компания с целью соответствия требованиям существующего природоохранного законодательства выглядят следующим образом [7]:

- определение класса опасности отхода и получен паспорт, в соответствие с которым определен состав отход (вода, выбуренная порода, нефтепродукты, вещества, увеличивающие вязкость пульпы);

- получение лицензии на право пользования недрами и горноотводные акты с целью строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, для опытно-промышленного и промышленного размещения буровых отходов на месторождениях, где планируется реализация проекта по закачке буровых отходов в пласт;

- регистрация объектов размещения отходов бурения (домены) компании в ГРОРО;

- получение лицензия на обращение с отходами.

На этапе реализации проекта необходимо проводить мониторинг и анализ обеспечения качества пульпы и ее закачки в пласт. Для этого используется специальное программное оборудование, которое в реальном времени позволяет отслеживать технологический процесс.

На рисунке 2 представлен типовой график параметров во время закачки шламовой пульпы. На примере представлены параметры, которые записываются на самой скважине, а также оценка забойного давления, расчет которого производится с устья скважины в забойные условия на интервал перфорации. Здесь четко видна каждая закачанная пачка жидкости, помеченная различной цветностью, что позволяет инженеру-технологу отслеживать и сопоставлять поведение давления с операционными параметрами как на поверхности, так и в забойных условиях.

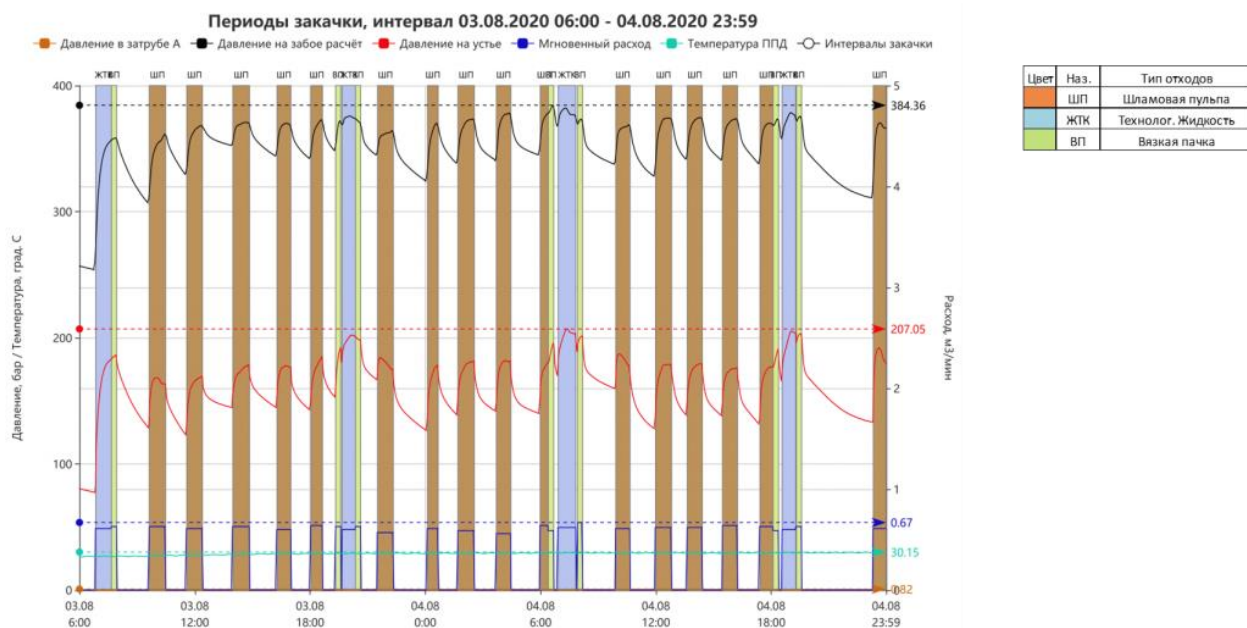


Рис. 2. Пример графического изображения периода закачки шламовой пульпы из программы компании АКРОС «WorkFlow» [5]

Использование технологии утилизации буровых отходов со всех выбуренных скважин на проекте позволяет убрать непроизводительное время по причине накопления бурового шлама на объекте работ.

Контролируемый процесс размещения отходов бурения в затрубное пространство или в специально пробуренную скважину позволяет исключить любые риски и разместить максимально возможное количество отходов в объекте закачки. Данный проект отвечает требованиям нулевого сброса отходов на поверхности, также может быть реализован в экологически чувствительных районах вследствие ограниченности выбросов углеродов по сравнению с другими технологиями утилизации отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Statistical Review of World Energy 2021 / 70th edition – Текст: электронный // Статистический сборник (BP). – 2021. – № 70. – 72 С. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 04.03.2022).

2. Коршунова, Т. Ю., Логинов, О. Н. «Нефтешламы: состояние проблемы в РФ и методы снижения их негативного воздействия на окружающую среду – Текст: электронный // Экобиотех. – 2019, Том 2, № 1. – С. 75–85 – Режим доступа: <http://ecobiotech-journal.ru/2019/pdf/ecbtch1901075.pdf> (дата обращения: 04.03.2022).

3. Зеленые технологии в промышленности и недропользовании// Официальный сайт НК «Роснефть», 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://prirodnadzor.admhmao.ru/upload/iblock/58d/07_borisov_prezentatsiya_samotlor.pdf (дата обращения: 08.03.2022).

4. Применение технологии обратной закачки с целью утилизации буровых отходов// ООО «Тайм юнит» – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://timeunit.ru/publications/primenenie-tehnologii-obratnoy-zakachki-s-celutilizacii-buroveh-othodov> (дата обращения: 08.03.2022).

5. Официальный сайт нефтесервисной компании «Акрос» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.akros-llc.com/> (дата обращения: 15.03.2022).

6. Отходы бурения// Официальный сайт ООО «Технологии безопасности» – 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://safetytechnology.ru/otxody-bureniya> (дата обращения: 15.03.2022)

7. Технология обратной закачки отходов бурения проект «САХАЛИН-2» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://new.groteck.ru/images/catalog/32772/d859c3328796c9f4ad644d02c6c514c8.pdf> (дата обращения: 15.03.2022).

A. A. Kurganskaya, A. V. Rummyantseva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

MODERN TECHNOLOGIES OF DRILLING WASTE UTILIZATION

Т. И. Панина, Н. А. Третьякова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

The impact of sewage from car washes in Yekaterinburg on water bodies is analyzed. The ecological state of water bodies in the Sverdlovsk region is described. It is shown that before discharge into water bodies, it is necessary to treat wastewater from car washes.

В последние годы одной из глобальных экологических проблем является загрязнение водных объектов сточными водами.

В процессе хозяйственной деятельности человек потребляет немалые количества воды, большая часть которых в результате становится загрязненной самыми различными веществами. Резкое увеличение количества автотранспортных средств привело к повышению спроса на пользование услугами автотранспортных предприятий. Несмотря на то, что количество автомоек возросло, качество очистки не удовлетворяет существующим требованиям.

В работе был проведен анализ воздействия сточных вод автомоек города Екатеринбурга на состояние водных объектов.

Согласно данным аналитического агентства «Автостат», на территории Российской Федерации насчитывается 45 млн 168,9 тыс. легковых автомобилей (по состоянию на середину 2021 года) [1]. В рейтинге крупнейших региональных парков Свердловская область занимает четвертое место – 1 млн 379,4 тыс. шт. В Екатеринбурге на тысячу жителей приходится 305 машин (такие данные были получены данным аналитическим агентством в ходе исследования парка транспортных средств по состоянию на 1 июля 2020 года).

В Екатеринбурге насчитывается около 240 автомоек. В это число входят автомойки с самообслуживанием, конвейерные и ручные. Из них наиболее крупные сетевые мойки: «AquaGizer», «МойкаЕкатеринбург», «Автомойка 24». На сайтах данных автомоек нет информации о способах очистки сточных вод, какие виды очистных сооружений используются.

Климат Свердловской области характеризуется холодной зимой и теплым летом, при этом довольно часто происходит достаточно резкая смена погодных условий, что существенно влияет на спрос работы автомоек. Зимой суровый мороз может смениться оттепелью и наоборот. Осенью и весной поверхность дорог и тротуаров покрыта грязью и лужами. А летом причиной достаточно высокой востребованностью в автомойках является запыленность воздуха, что связано с низкой средней влажностью в Свердловской области.

Таким образом, можно сделать вывод, что на территории Свердловской области имеется большое количество автомобилей, непростые погодные условия и, следовательно, требуется частая мойка.

Количество автомобилей, пользующихся услугами автомойки, в день составляет примерно 20 машин. Для мойки одного автотранспортного средства (категории I) необходимо примерно 100–200 л воды [2]. То есть примерное количество стоков в день составляет 2000–4000 л для одного автомоечного комплекса.

Основными примесями сточных вод автомоек являются взвешенные вещества, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Характеристика сточных вод автомоек приведена в таблице [3].

Таблица

Характеристика загрязнений производственных сточных вод
от мойки автомобилей

Категория автомобиля*	Концентрация взвешенных веществ, мг/л	Концентрация нефтепродуктов, мг/л	Концентрация тетраэтилсвинца, мг/л	pH	БПК
I	700	42	0,01–0,02	6,5–8	70
II г/а	1180–2800	50–100	0,01–0,02	6,5–8	140
III г/а	1300–3100	50–100	0,01–0,02	6,5–8	140

* категория I – длина автомобиля до 6,0 м, ширина до 2,1 м; категория II г/а – длина 6,0 – 8,0, ширина 2,1 – 2,5; категория III г/а – длина 8,0 – 12,0, ширина 2,5–2,8.

По данным, полученным из Государственного доклада о состоянии окружающей среды в Свердловской области в 2020 году [4], к классу «загрязненных» относилась вода водных объектов в 48 % створов пунктов наблюдений, к классу «грязных» – в 50 %, к классу «экстремально грязных» – в 2 % створов. Характеристика уровня загрязненности «экстремально грязная» вода означает, что кратность превышения ПДК составляет больше 50. В Свердловской области под классификацию «экстремально грязная» вода попали 2 створа государственной наблюдательной сети: р. Исеть (7 км ниже города Екатеринбурга) и р. Пышма (15 км выше города Березовского).

В течение 2020 года на водных объектах Свердловской области в створах государственной сети было отмечено 384 случая высокого загрязнения (ВЗ) и 54 случая экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ).

Наибольшее содержание в сточных водах в 2020 году наблюдалось по взвешенным веществам и марганцу, ПДК по которым были превышены в 77 % и 33 % случаев, соответственно. Именно их концентрации определяли высокое загрязнение поверхностных вод Свердловской области.

Немаловажным фактором является кислородный режим, который на водных объектах Свердловской области соответствовал нормам. Исходя из этого, можно сделать вывод, что в водных объектах отсутствовали легкоокисляющиеся органические примеси, которые понижают содержание растворенного кислорода в воде. В 2020 году отмечено 5 случаев дефицита растворенного кислорода, однако случаев острого дефицита растворенного кислорода в воде не отмечено. Особое внимание нужно обратить на критические показатели загрязненности воды с критическим показателем загрязненности: азот нитритный, фосфаты, марганец, растворенный кислород для р. Исеть в створе в черте п. Большого Истока; железо общее, медь, цинк, марганец для р. Салды в створе выше д. Прокопьевская Салда; азот нитритный, медь, никель, марганец для р. Пышмы в створе на 15 км выше города Березовского.

Также были изучены характеристики очистных сооружений Свердловской области. Всего в 2020 году на территории Свердловской области отведение

сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляли 280 водопользователей. 219 водопользователей эксплуатировали 329 комплексов очистных сооружений с последующим сбросом очищенных вод в поверхностные водные объекты проектной мощностью 1550,34 млн м³/год, что на 28,5 млн м³/год (1,8 %) меньше, чем в 2019 году. Фактический объем сточных вод, прошедших очистку на очистных сооружениях в 2020 году, составил 582,92 млн м³. Загрязняющими веществами, которые наиболее часто встречаются в сточных водах, являются СПАВ, нефтепродукты, нитрит-ионы, аммоний-ионы, фосфат-ионы и тяжелые металлы.

Остро стоит проблема с отводом с городской территории поверхностных стоков и их дальнейшей очисткой перед сбросом в водные объекты. Отсутствие в настоящее время очистных сооружений поверхностного стока с территории жилой застройки приводит к сбросу в водные объекты большого количества загрязненных сточных вод, содержащих взвешенные вещества, нефтепродукты, железо, сульфаты и др.

В соответствии с федеральным законом № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [5] в случае, если сточные воды, принимаемые от абонента в централизованную систему водоотведения (канализации), содержат загрязняющие вещества, концентрация которых превышает установленные нормативы состава сточных вод, вносится плата за сброс загрязняющих веществ.

Приведенные выше данные подтверждают необходимость очистки сточных вод автомоек перед их сбросом в канализационную сеть.

Для очистки сточных вод автомоек применяются механические и физико-химические методы, а именно, отстаивание, коагуляция, электрокоагуляция, флотация, электрофлотация и фильтрация.

Можно сделать вывод, что в Свердловской области проблема очистки сточных вод является достаточно актуальной и, несмотря на существующие возможные решения данной проблемы, автотранспортные предприятия делают выбор в пользу штрафов, а не очистки сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитическое агентство «Автостат» город Екатеринбург [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://carwash-club.ru/news/avtostat-v-rossii-bolee-45-mln-legkovykh-avtomobiley/> (дата обращения 21.03.2022).
2. Гогина, Е. С., Саломеев, В. П., Побегайло, Ю. П. Решение проблемы очистки сточных вод от автомоек и транспортных предприятий // Вестник МГСУ – 2012. – № 12. – С. 166–176.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта, 07.08.1991. – № 3. – С. 174– 175.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Свердловской области в 2020 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mprso.midural.ru/uploads/2021/10/макет%202020.pdf> (дата обращения 27.03.2022).
5. Федеральный закон Российской Федерации «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 07.12.2011 (ред. от 28.01.2022).

T. I. Panina, N. A. Tretyakova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

ANALYSIS OF THE IMPACT OF CAR WASH WASTEWATER YEKATERINBURG CITIES ON THE CONDITION OF WATER BODIES

А. М. Петров, М. Н. Струкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХОГО МОЛОКА (ОАО «МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД», Г. ИРБИТ)

An assessment of the impact of the designed workshop for the production of milk powder at the enterprise «Dairy Plant» is presented. The location of the new production is provided using advanced technology and equipment that ensures minimal emissions into the atmosphere and rational use of natural resources.

Предприятие филиал районный ОАО «Молочный завод» специализируется на переработке молока и производстве цельномолочных продуктов. В настоящее время на предприятии планируется пуск цеха по производству сухого молока. При оценке воздействия на атмосферный воздух проектируемых источников загрязнения учитываются все источники с выбросами аналогичных загрязняющих веществ, существующие на предприятии.

В соответствии с «Проектом нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу» рассматриваемого молочного завода, предприятие имеет 11 действующих источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу, 8 источников относятся к категории организованных точечных выбросов и 3 – неорганизованных. В атмосферу выбрасывается 19 наименований загрязняющих веществ и 3 группы суммации. Разрешенный годовой выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников на 2018 год составляет 12,48062 т/год. Величина выбросов согласована в качестве норматива ПДВ. Проектируемое производство размещается на площадке землеотвода, находящегося в частной собственности.

Строительство объекта не требует вырубки леса и не затрагивает ареалы распространения каких-либо видов растительности. В настоящее время на площадке строительства ценных зеленых насаждений нет, растительный и животный мир района размещения не представляет природной и эстетической ценности. Растительность представлена сорными сообществами.

Проектируемый объект не влияет на ареалы обитания животных и площади кормовых угодий, не затрагивает пути миграции животных.

Цех по производству сухого молока предназначен для обеспечения населения и пищевой промышленности Свердловской области сухим молоком и не затрагивает социальные условия населения, находящегося рядом. Проведенная оценка воздействия расчетным методом не выявила превышений допустимых санитарных норм у жилья, расположенного с запада и юга от территории предприятия.

Строительство цеха по производству сухого молока предусмотрено проектом в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, нормами технологического проектирования, «Правилами пожарной безопасности в РФ».

Из возможных аварийных ситуаций были рассмотрены те, которые могли бы оказать влияние на окружающую природную среду. Авария, связанная с выходом из строя системы жизнеобеспечения – электричества, приведет только к его отключению. Аварийная ситуация на данном объекте может возникнуть при несоблюдении правил пожарной безопасности и последующим воспламенением горючих материалов. Строгое соблюдение правил пожарной безопасности, оснащение производственных и складских помещений средствами пожаротушения позволит в максимально сжатые сроки ликвидировать аварийную ситуацию практически без неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

При аварийной поломке системы очистки сушильной установки, возможен выброс пыли сухого молока в атмосферный воздух без очистки через трубу циклона сушильной установки, за время до автоматического отключения сушильной установки.

Технологией предусматривается возможность выброса незначительного количества газа при повышении давления в системе газоснабжения, в этом случае срабатывает предохранительно-сбросной клапан, который сбрасывает «избыточное» количество газа через «свечу» в атмосферу.

В случае аварийной разгерметизации системы охлаждения, в результате разрыва трубы, возможен залповый выброс фреона. Удаление паров фреона из помещения компрессорной в этом случае производится с помощью вытяжной вентиляции системы. Расчет количества газа и фреона, поступающих в атмосферу, рассчитан отдельно.

Локальные и непродолжительные воздействия возможны при аварийных поломках автотранспорта на территории объекта. Обычно это связано с проливом небольшого количества бензина и масла, с поступлением углеводородов в атмосферу и с загрязнением территории. Ликвидация подобных аварий будет заключаться в засыпке бензинового пятна влажным песком и его уборке. При проливе топлива на открытый грунт (обычно объем топлива в таких случаях составляет несколько литров и, следовательно, концентрация нефтепродуктов незначительна) будет происходить полный распад нефтепродуктов в грунте, поэтому их существенного загрязнения в многолетнем цикле не предполагается. Загрязнение подземных вод при этом маловероятно.

Таким образом, анализ возможных аварийных ситуаций показывает, что аварийные ситуации будут носить локальный и кратковременный характер и не окажут заметного влияния на окружающую среду.

Размещение цеха по производству сухого молока предусмотрено с использованием передовой технологии и современного оборудования, обеспечивающего минимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и рациональное использование ресурсов. Оборудование предприятия соответствует всем стандартам и законодательным требованиям.

При соблюдении действующих правил по обустройству площадок временного размещения отходов и их своевременной передаче на переработку и утилизацию специализированным организациям, воздействие отходов проектируемого объекта будет сведено к минимуму и существенно не изменит экологическую обстановку в районе размещения объекта.

A. M. Petrov, M. N. Strukova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS OF THE PROJECTED MILK
POWDER PRODUCTION PLANT (DAIRY PLANT OJSC, IRBIT)**

В. В. Романенко, Д. Е. Ильиных, М. В. Волкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ

The article discusses the prospects for using hydrogen in Stirling engines. An analysis of the main types of engines and their efficiency is given.

Двигатель Стирлинга выполняет работу по преобразованию тепловой энергии в механическую при достаточной разнице температур.

Цикл Стирлинга состоит из четырех фаз и разделен двумя переходными фазами: нагрев, расширение, переход к источнику холода, охлаждение, сжатие и переход к источнику тепла. Графически цикл Стирлинга представлен на рисунке 1, где красным цветом выделены нагревание, синим – охлаждение.

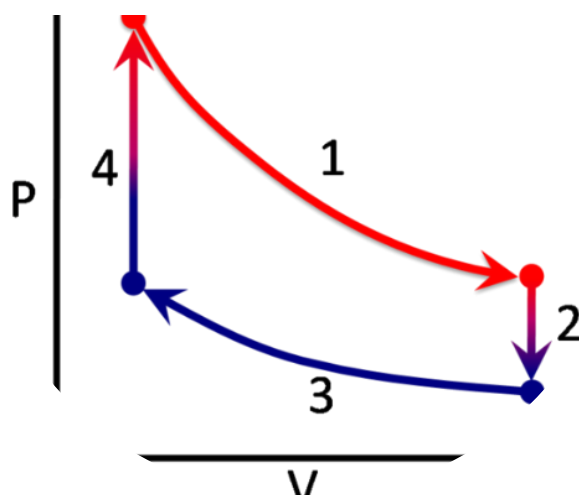


Рис.1. Рабочий цикл двигателя Стирлинга

Типы двигателей Стирлинга.

1. Альфа-Стирлинг.

Альфа-Стирлинг – содержит два отдельных силовых поршня в отдельных цилиндрах, один – горячий, другой – холодный. Цилиндр с горячим поршнем находится в теплообменнике с более высокой температурой, с холодным – в более холодном. У данного вида двигателя отношение мощности к объему достаточно велико, но, к сожалению, высокая температура «горячего» поршня создаёт определенные технические трудности.



Рис.2. Экспериментальный бета-Стирлинг

2. Бета-Стирлинг

Бета-Стирлинг – цилиндр всего один, горячий с одного конца и холодный с другого. Внутри цилиндра движется поршень (с которого снимается мощность) и вытеснитель, изменяющий объем горячей полости. Газ перекачивается из холодной части цилиндра в горячую через регенератор. Регенератор может быть внешним, как часть теплообменника, или может быть совмещен с поршнем-вытеснителем (рис.2).

3. Гамма-Стирлинг

Гамма-Стирлинг – тоже есть поршень и вытеснитель, но при этом два цилиндра – один холодный (там движется поршень, с которого снимается мощность), а второй горячий с одного конца и холодный с другого (там движется вытеснитель). Регенератор может быть внешним, в этом случае он соединяет горячую часть второго цилиндра с холодной и одновременно с первым (холодным) цилиндром. Внутренний регенератор является частью вытеснителя.

Анализ типов двигателя.

Движение поршней у альфы и гамма далеки от идеального «Стирлинга», из-за чего не весь объем используется для работы двигателя. А в бета-Стирлинге используется практически весь объем, что делает его более перспективным с точки зрения практичности (рис. 3.)

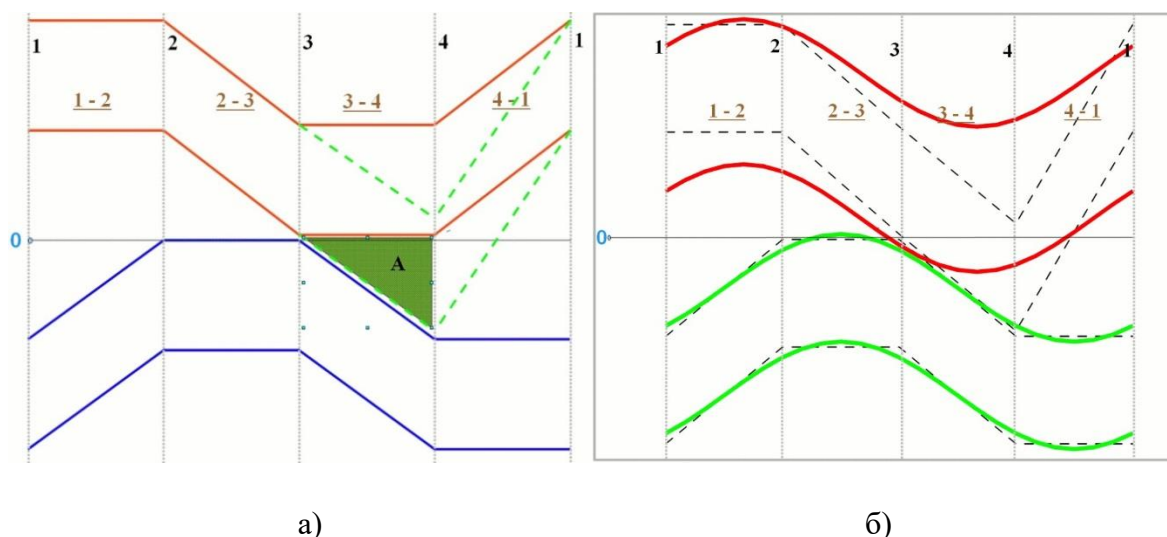


Рис. 3. Графики производительности для бета- (а) и гамма- (б) Стирлинга

Авторами статьи был собран прототип двигателя Стирлинга из подручных материалов и проводятся исследования зависимости КПД от вида топлива.

Как показывают опыты, для использования в промышленных целях, необходим мощный источник энергии. Таким источником может стать водород. Водород является одним из самых перспективных видов топлива на сегодняшний день, он обладает большой энергоемкостью (40000 Вт·ч/кг, это в 144 раза больше современных аккумуляторов!), что может обеспечить высокую автономность силовой установки. Например, при увеличении пробега на электрокарах в два раза, масса аккумуляторов увеличиться в несколько раз (экспоненциально), в отличие от водородного топлива.

Использовать двигатели Стирлинга, работающие на водородном топливе наиболее целесообразно в труднодоступных местах, в районах Крайнего Севера, или на месторождениях, где использование традиционного топлива не рационально. Например, на севере Свердловской области, есть большие месторождения торфа, но для разработки необходимо топливо. Теплоемкость торфа гораздо ниже теплоемкости топлива, которое необходимо использовать для извлечения торфа. Водород в таком случае – отличная альтернатива традиционным видам топлива. Более того, в последние годы ведутся исследования с целью получения водорода из цианобактерий.

Таким образом, двигатель Стирлинга, который обладает более высокими показателями КПД по сравнению с двигателями внутреннего сгорания, в сочетании с водородным топливом может стать конкурентноспособным и экологически чистым технологическим будущим.

V. V. Romanenko, D. E. Ilinykh, M. V. Volkova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE STIRLING
ENGINE ON HYDROGEN FUEL**

А. В. Румянцева, Е. О. Сторожева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

The problem of wastewater treatment of industrial enterprises is quite relevant all over the world. The article discusses the methods of wastewater treatment of industrial enterprises. It is proposed to pay attention to modern wastewater treatment technologies that allow solving environmental problems in innovative ways.

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. В процессе хозяйственной деятельности современное общество потребляет немалое количество воды, большая часть которой в результате становится загрязненной самыми различными веществами. При их попадании в окружающую среду экологии наносится огромный ущерб, и поэтому они подлежат обязательной очистке. Чтобы ее обеспечить, необходимо использовать специальное оборудование и технологические комплексы, с помощью которых достигаются установленные нормативы загрязнения стоков, определенные в соответствующих документах.

По данным Росводресурсов, объем сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды Российской Федерации в 2020 году, сократился на 9,1 % за год и составил 34232,32 млн м³. За десятилетний период сокращение сброса произошло на 30,4 %. Динамика снижения показателя неравномерна: в начале рассматриваемого периода объемы сокращались на 2,2–5,7 % в год, после 2014 года среднегодовое снижение составляло около 2–3 %, при этом после 2017 года фиксируется снижение каждый год примерно на 6–9 % (рис.) [1].

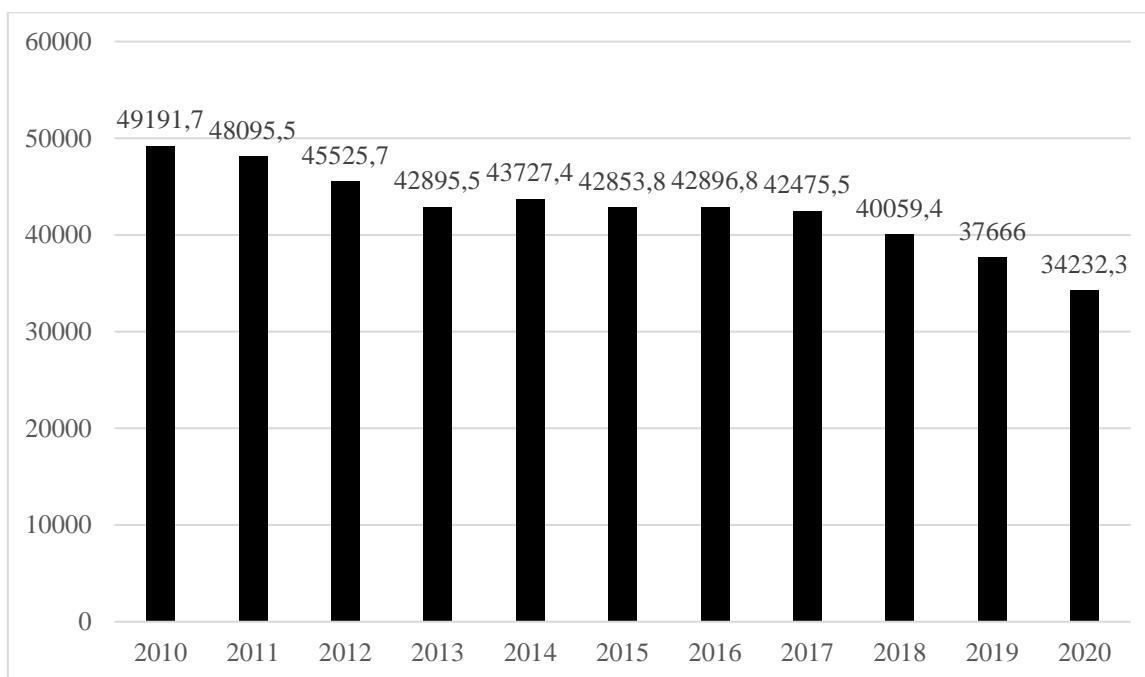


Рис. Динамика объема сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды Российской Федерации за период с 2010 по 2020 год, млн м³

Источником многих экологических проблем, связанных с утилизацией сточных вод, являются промышленные предприятия. Технологические процессы производства практически всех отраслей предполагают образование стоков, загрязненных самыми различными веществами. На сегодняшний день промышленное загрязнение сточных вод является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию.

Антропогенные факторы загрязнения сточных вод достаточно разнообразны и приводят к наличию в них механических, химических и биологических примесей. Как правило, они содержатся в стоках комплексно, в различных концентрациях, что существенно усложняет решение проблемы очистки сточных вод.

Промышленные предприятия, согласно действующему законодательству, должны в обязательном порядке использовать очистные сооружения, позволяющие нейтрализовать негативное влияние стоков, однако это требование, к сожалению, далеко не всегда выполняется в полном объеме.

Показатели загрязнений сбросов промышленных объектов зачастую существенно превышают установленные нормативы. Это в большинстве

случаев, как показывает практика, вызвано тем, что используются устаревшие морально, и физически, очистные сооружения, которые подлежат реконструкции и модернизации.

В разрезе видов экономической деятельности наибольший объем сброса сточных вод в водоемы регистрируется по виду деятельности «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха». В 2020 году данный показатель был равен 17025,8 млн м³, 2019 году он составил 19270,99 млн м³ (сокращение сброса составило 11,6 %). Текущий показатель составляет 49,7 % от общего объема сброса сточных вод в Российской Федерации (таблица 1).

Второе место по объему сброса сточных вод занимает вид деятельности «Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» – 26,8 % от общего объема сброса. Значительные объемы водоотведения зафиксированы по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство». В целом наблюдается процесс постепенного снижения объемов сброса сточных вод [1].

Таблица 1

Объем сбрасываемых сточных вод в водоемы по видам экономической деятельности в 2019–2020 годах

Вид деятельности	Объем в 2019 г., млн м ³	Объем 2020 г., млн м ³	Сокращение сброса, %
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	19270,99	17025,88	11
Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	9264,25	9179,98	0,9
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	4407,52	3313,43	24,8
Обрабатывающие производства	2747,64	2702,03	1,6
Добыча полезных ископаемых	1356,04	1382,42	-1,9

На сегодняшний день промышленные предприятия находятся в поиске технологий, позволяющих снизить нагрузку на окружающую среду и улучшить качество сточных вод.

В соответствии с Информационно-техническим справочником по НДТ ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [2] можно выделить следующие основные технологические подходы и методы, направленные на очистку производственных сточных вод:

1) безреагентные:

– методы физико-механической обработки (процеживание, отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование);

– флотационные методы очистки воды (фильтрование, магнитная сепарация);

2) физико-химические методы:

– регенеративные методы очистки сточных вод (адсорбция, ионный обмен, дегазация, мембранные методы, электродиализ, ректификация, кристаллизация, экстракция);

– деструктивные методы очистки сточных вод (нейтрализация, химическое осаждение, окислительные и восстановительные методы);

– коагуляция, флокуляция (подготовка сточных вод к очистке);

3) биологическая очистка сточных вод;

4) обеззараживание сточных вод;

5) обезвоживание осадков сточных вод.

Характеристика основных методов очистки сточных вод представлена в таблице 2.

Законодательные требования к сбросу сточных вод меняются, как и требования заказчиков промышленных предприятий к качеству воды. Компании все чаще ищут способы для рециркуляции или повторного использования воды. Таким образом, растет спрос на энергоэффективные и ресурсосберегающие

технологии. Кроме того, глобальные проблемы, такие как ограниченные запасы воды и климатические изменения, требуют новых технологий для будущего.

Таблица 2

Методы очистки сточных вод [3]

Метод очистки	Недостатки	Преимущества
Механический	<ol style="list-style-type: none"> 1. Степень очищения от органических, минеральных и большинства химических примесей низкая. 2. Использование химических реактивов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применяется в качестве предварительной фильтрации стоков. 2. Позволяет извлекать некоторые химические соединения для их повторного использования в промышленности. 3. Метод актуален для предприятий химической, металлургической, нефтеперерабатывающей, газовой сферы.
Физико-химический	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая себестоимость метода. 2. При реализации дешевых способов (коагуляция, флокуляция) образуется много побочных продуктов и требуется доочистка воды. 3. Большие затраты энергии. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Используют для удаления из сточной воды тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких), трудно удаляемых минеральных и органических веществ. 2. Более 20 физико-химических методов. 3. Автоматизированный процесс. 4. Очистка от 80–99 % загрязнений.
Биологический	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность сохранения постоянного количества биомассы бактерий. 2. Большие капитальные затраты на строительство очистных сооружений. 3. Технологический режим очистки должен строго соблюдаться. 4. Не все органические соединения подлежат переработке. Если в сточных водах есть токсические соединения, их нужно удалить, иначе биомасса погибнет. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Малое количество отходов. 2. Системы для биологической очистки работают автономно. 3. Стоимость реализации биотехнологий низкая. 4. Естественные реакции создают экологически чистый цикл природного использования.

Энергосбережение в России активно развивается, появляются новые технологии энергосбережения, разработаны и выявлены основные направления энергосбережения, ведется внедрение и установка нового энергосберегающего оборудования. Мировые компании предлагают современные инновационные экологичные решения для очистки сточных вод промышленных предприятия [4], которые позволяют:

- автоматически и точно регулировать дозировку химических реагентов в соответствии с условиями эксплуатации;
- оптимизировать эффективность очистки и эксплуатационные расходы;
- сокращать объем работ по мониторингу на очистных сооружениях;
- повышать эксплуатационную надежность за счет контроля на входе и выходе при помощи поточного анализатора, а также мониторинга материальных потоков на очистных сооружениях;
- осуществлять оцифровку процесса управления промышленными сточными водами;
- использовать новые адсорбционные материалы и методы регенерации для удаления вредных микропримесей на муниципальных и промышленных очистных сооружениях;
- находить экологически безопасные способы восстановления соли и воды из промышленных сточных вод;
- изучать возможности замыкания водного цикла в промышленных парках и другие.

Попадающие в водные объекты вредные вещества радикально меняют водную экосистему. Внедрение новых современных технологий очистки сточных вод позволяет сокращать сброс объема загрязненных сточных вод промышленных предприятий, улучшать качество сточных вод, снижать негативное воздействие на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения 02.04.2022).

2. Информационно-технический справочник по НДТ ИТС 8-2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200128668> (дата обращения 02.04.2022).

3. Халтурина, Т. И. Очистка сточных вод промышленных предприятий : учебно-методическое пособие [для студентов профиля подготовки 270800.68.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»] / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т. – Красноярск : СФУ, 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.c-z-s.ru/doc/water-treatment/study/halturina-t.i.-ochistka-stochnyih-vod-promyishlennyih-predp.pdf> (дата обращения 05.04.2022).

4. Группа компаний EnviroChemie. Технологии для очистки воды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.envirochemie.ru/ru/envirochemie-gmbh-rossdorf/> (дата обращения 02.04.2022).

A. V. Rumyantseva, E. O. Storozheva,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

MODERN TECHNOLOGIES OF WASTEWATER TREATMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

И. А. Рысаева,
Казанский федеральный университет, Казань, Россия

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОСВОЕННОСТИ БАССЕЙНА РЕКИ КАМА КАК ФАКТОР ВОДНОГО КОНФЛИКТА

The article considers the main directions of economic use of the waters of the basin of the river. Kama within the Republic of Tatarstan and specific examples of water use conflicts are identified. It has been established that the waters of the Kama in the study region provide water supply for industry, agriculture, public utilities and recreation, and at the same time are subject to pollution from these sources of water use. An indicator of water pollution is their quality class, according to which the waters of the basin in recent years have been assessed as polluted and dirty. It was revealed that the main types of conflicts at a water body are violation of the regime for using its water protection zone, as well as the normatively established water quality.

Анализ хозяйственного освоения водных бассейнов является предпосылкой сбалансированного использования и охраны вод, выявления существующих и потенциальных «водных конфликтов». Достижение этих целей реализуется через показ обеспеченности территории водными ресурсами, преимущественно, речного стока, как основного источника водопользования.

Объектом исследования настоящей работы является бассейн р. Кама в пределах Республики Татарстан (РТ) протяженностью 350 км и площадью бассейна 38 тыс. км², транзитный характер течения реки обуславливает загрязнение Камы и риск развития водных конфликтов.

Бассейн Камы расположен в хозяйственно освоенных районах РТ, обеспечивая промышленное водоснабжение; сельского и коммунально-бытового хозяйства, является также транспортной магистралью. Реки бассейна, преимущественно, малые, длиной менее 10 км, за исключением транзитных притоков – Ик, Шешма, Тойма, Иж и рек местного формирования – Меша, Мензеля, Зай.

Так, например, воды р. Шешма являются источником водоснабжения нефтепромысловых и сопутствующих им отраслей юга и юго-востока региона; р. Ик также протекает в нефтяных районах и принимает стоки предприятий отрасли. В бассейне р. Зай размещено более чем 60 предприятий, складов минеральных удобрений и ядохимикатов, в т. ч. в водоохранной зоне, в пойме

реки ведется добыча стройматериалов, рекреационное освоение прибрежной территории, создание водохранилищ на водосборе, как следствие, водопотребление и водоотведение в бассейнах рек формируют качество вод (табл.).

Таблица

Уровень загрязненности бассейна р. Кама по комплексным оценкам [1]

Водный объект	Класс качества	
	2019 г.	2020 г.
р. Тойма – Менделеевск	3 «б» очень загрязненная	3 «б» очень загрязненная
р. Зай (Бугульминский) – Бугульма	4 «а» грязная	4 «а» грязная
р. Степной Зай – Лениногорск	4 «а» грязная	4 «а» грязная
р. Степной Зай – Альметьевск	4 «а» грязная	4 «а» грязная
р. Степной Зай – Заинск	4 «а» грязная	4 «а» грязная
р. Меша – Пестрецы	3 «а» загрязненная	3 «б» очень загрязненная
р. Берсут – Урманчеево	3 «б» очень загрязненная	3 «а» загрязненная

Класс качества вод р. Зай в пунктах контроля в 2019–2020 годах соответствовал 4 «а» и воды характеризовались как грязные. В створах наблюдений для водного объекта были зафиксированы критические показатели загрязненности воды по марганцу и азоту нитритному. Были отмечены превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) по восьми показателям – сульфаты, химическое потребление кислорода (ХПК) и биохимическое потребление кислорода (БПК), азот аммонийный, азот нитритный, соединения меди, марганца, фенолы летучие [1]. На рр. Меша, Берсут и Тойма воды соответствовали 3 классу качества с изменениями в пределах класса от загрязненных к очень загрязненным.

Промышленное освоение дополняет рекреация на р. Зай, где основными направлениями являются купание, пеший и водный туризм, рыболовство, использование маломерных судов и др. Спрос на рекреацию возрастает в связи с созданием на реке Заинского водохранилища, на западном (левом) берегу которого располагается г. Заинск, на северо-востоке микрорайона Старый Заинск, на берегу водохранилища по подсчетам проживает около 40 тыс. человек и около 800 тыс. человек располагаются в пределах 1–1,5 часовой транспортной доступности, что позволяет жителям города, в т. ч. прилегающих, использовать водоем для отдыха. Рекреационное значение водохранилища возрастает за счет размещения на его берегу или в непосредственной близости туристических баз, домов отдыха, спортивно-оздоровительных учреждений, что значительно обогащает занятия спортом и сам отдых. На берегу Заинского водохранилища расположены спортивный центр «Ялта-Зай», на удалении 50 км от которого находится городской центр Набережные Челны, база отдыха «Жемчужная» на р. Степной Зай. В то же время рекреационное использование водных объектов определяется качеством воды, в т. ч. ее загрязнение сточными водами, загрязнение пляжа, опасные водные организмы. В связи с этим, использование вод в рекреации определяется гигиеническими нормативами, в т. ч. санитарно-химическими и микробиологическими показателями. На территории Заинского района доля проб в водоемах, используемых для рекреации, не соответствовала нормативам по санитарно-химическим показателям в последние годы в 13–20 %, что превышает среднереспубликанские значения; по микробиологическим показателям отклонения по району не выявлены.

Антропогенная нагрузка на бассейн р. Зай явилась причиной возникновения конфликтов водопользования на водном объекте.

1. Конфликт, обусловленный нарушением режима использования охранных зон водного объекта. В водоохраной зоне р. Зай шириной 200 м было зафиксировано ведение сельскохозяйственной деятельности, вероятно, с применением пестицидов и иных агрохимикатов, что противоречит положениям Водного кодекса РФ от 03.06.2006 г. (п. 6 ВК РФ) (рис.) [2].

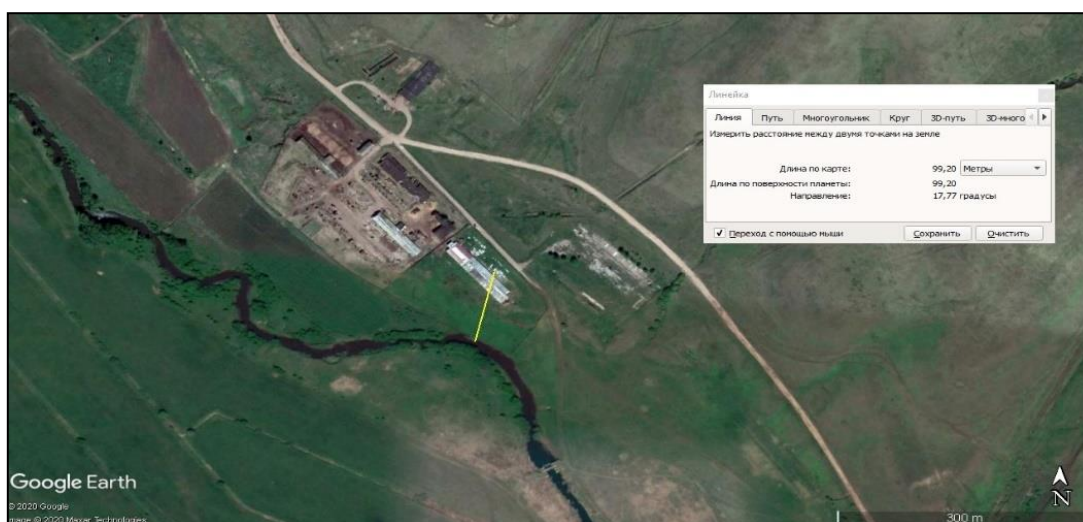


Рис. Нарушение режима использования водоохранной зоны р. Зай в результате ведения сельскохозяйственной деятельности

2. Конфликт, вызванный нарушением нормативно установленного качества вод. Пример: сброс сточных вод в водоохранную зону р. Зай в Альметьевском районе в 2017 году, как следствие, загрязнение реки.

Воды р. Меша «питают» западную часть Предкамья республики, ниже с. Пестрецы, река течет по пригородной зоне Казани. Основные цели водоснабжения связаны с размещением разных типов населенных пунктов в бассейне реки (с. Пестрецы, пгт. Богатые Сабы), объектов промышленности, сельского хозяйства и специального назначения. Они, в свою очередь, через стоки, в т. ч. с территории населенных пунктов, атмосферными осадками, загрязнением в результате несоблюдения противоэрозионных агротехнических мероприятий приводят к загрязнению вод реки и ухудшению ее качества [3]. Как следствие, «водные конфликты», один из которых, в 2016 году, у с. Пестрецы, был связан со сбросом неочищенных сточных вод в реку из биологических очистных сооружений хозяйствующего субъекта. По результатам отбора проб было выявлено многократное превышение ПДК по аммоний-иону – в 420 раз, в 68 раз – фосфат-ионам, в 80 раз – фенолу, 4,6 раз – марганцу, 3,4 раза – нефтепродуктам [4].

Меша относится к рыбохозяйственным водоемам и является местом отдыха для местных граждан, в связи с чем, попадающие стоки опасны для

купающихся и водных обитателей. Подобный конфликт был вызван неоднократным загрязнением ООО «Меша» реки Тюлячка (приток Мешы); сброс стоков в государственный зоологический заказник регионального значения «Устье реки Мешы», где расположено нерестилище стерляди и др.

Сложившаяся структура хозяйственного использования вод, как видим, часто является предпосылкой возникновения водных конфликтов, которые могут представлять угрозу природопользования на региональном уровне. Ввиду этого мероприятиями, в т. ч. превентивными в решении таких проблем являются проведение оперативного мониторинга состояния водных объектов, своевременное реагирование на выявленные случаи нарушения водоохранного законодательства, разработка поощрительной системы в случае рационального природопользования хозяйствующими субъектами и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2020 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2856746.pdf (дата обращения 08.04.2022).

2. Водный кодекс Российской Федерации (Федеральный Закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://base.consultant.ru> (дата обращения 04.04.2022).

3. Генеральный план Кряш-Сердинского сельского поселения Пестречинского муниципального района РТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://pestreci.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_1103275.pdf (дата обращения 12.01.2020).

4. В Пестрецах сбросили загрязненные стоки в реку Мешу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.idelreal.org/a/28869314.html> (дата обращения 12.01.2020).

I. A. Rysaeva,
Kazan Federal University, Kazan, Russia

**ANALYSIS OF THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE KAMA
RIVER BASIN AS A FACTOR OF WATER CONFLICT**

Е. И. Царицон, Т. М. Сабирова, И. Ш. Авад,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОДЕСТРУКЦИИ ДЕТЕРГЕНТОВ

The efficiency of biochemical oxidation of aqueous model solutions of two brands of well-known detergents (Active Foam and Car Wash (Amway)) used in the technology of car washing is investigated. It was found that the degree of destruction of detergents by adapted heterotrophic microflora, determined by COD (bichromate oxidability), is about 75 %. The decrease in surface tension during the biodestruction of model detergent solutions is insignificant due to the shielding effect of metabolites of the biocenosis vital activity.

Как известно автомойки являются источником 80–85 % производственных сточных вод автопромышленного комплекса [1], так как вода применяется на каждом этапе технологического цикла мойки автотранспорта. На мойку одной легковой машины требуется примерно 40–50 литров, а на внедорожник – около 120 литров воды.

Подпунктом 1 ч. 6 ст. 60 Водного кодекса РФ запрещен сброс в водные объекты неочищенных до установленных нормативов практически всех видов стоков. В связи с этим сточные воды автомоек, как и все загрязненные производственные стоки должны очищаться до нормативного содержания регламентированных загрязнителей перед сбросом в канализацию.

Санитарно-гигиеническими исследованиями в сточных водах автомоек выявлен целый ряд веществ, оказывающих негативное влияние на экосистему и здоровье человека. К основным из них относятся взвешенные вещества различной природы (сажа, глина, песок, нефтепродукты, металлы и др.), а также детергенты (синтетические моющие средства), применяющиеся для мойки.

Одним из основных компонентов детергентов являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). По своему химическому строению ПАВ, как правило, это органические соединения, имеющие в своем составе гидрофильный компонент и неполярную (углеводородную) часть – гидрофобный компонент. Сущность процесса мойки заключается в связывании частиц грязи в

нерастворимые эмульсии гидрофобной частью молекул ПАВ, при этом гидрофильный радикал остается снаружи [2].

Несмотря на сравнительно небольшой расход сточных вод на одной автомойке, наличие их большого числа и специфической загрязненности их стоков приводит к существенной нагрузке на биологические городские очистные сооружения (ГОС). Это обусловлено тем, что большинство автомоек имеет только отстойники, предназначенные для очистки от взвешенных веществ, после которых сточная вода сбрасывается в канализацию. То есть все остальные тонкодисперсные и растворенные загрязнители, остаются в сбросной воде. К их числу относятся и детергенты, а именно та их часть, которая не прореагировала со взвешенными веществами, осажденными в отстойнике.

Цель и характеристика предмета исследования. Учитывая, что ряд детергентов характеризуется низкой степенью биоокисления, целью настоящей работы была оценка полноты и приемлемости биологической деструкции для двух известных марок детергентов (табл.), выбранных в качестве предмета исследований.

Таблица

Состав детергентов (предмета исследований)

Обозначение детергента	Наименование детергента	Компонентный состав	Содержание компонента, %	Характеристика детергента
Д1	<i>Active Foam</i> (активная пена). Средство для бесконтактной мойки автомобилей	фосфонаты	< 5	Слабощелочная концентрированная смесь для бесконтактной мойки автомобилей. Россия
		анионный пав	< 5	
		регуляторы кислоты	> 5, но < 15	
		неионогенные ПАВ		
		катионные ПАВ		
вода	> 30			
Д2	<i>Car Wash (Amway)</i>	неионогенные ПАВ	< 5	Средство для контактной мойки автомобилей. США
		анионные ПАВ	< 20	
		красители консерванты		

Из них, только *Car Wash (Amway)* характеризуется изготовителем как экологически безвредное биологически разрушаемое средство, что представляло интерес для сравнения биодеструкции выбранных детергентов.

Методика исследований. Для проведения экспериментов использовали узкогорлые емкости (стеклянные бутылки) объемом 1 л, оснащенные непрерывной подачей сжатого воздуха от компрессора. Исследования проводились на модельных растворах детергентов (модельный раствор 1 – с Д1, модельный раствор 2 – с Д2) в условиях метода пассажирования (повторной загрузки изучаемых продуктов в ту же среду) в статических условиях. В качестве исходной бактериальной культуры использовали микрофлору биоценоза очистных сооружений БХУ КХП, сформированную на основе селекционных и аборигенных культур. Для этого с БХУ КХП был доставлен активный ил, содержащий основные виды гетеротрофных и автотрофных культур.

Приготовление модельных растворов 1 и 2 с активным илом. В 2 бутылки наливали по 500 мл дистиллированной воды, загружали в них заданное одинаковое количество каждого детергента и активного ила, а также расчетные количества биогенных элементов в виде сульфата аммония и ортофосфорной кислоты. Затем доводили общий объем воды до 1 л и включали аэрацию сжатым воздухом. Температура эксперимента находилась в пределах 24–27 °С.

Для контрольного сопоставления были приготовлены аналогичным путем 2 модельных раствора, соответственно с детергентами Д1 и Д2, однако в отличие от первых бутылей, загрузка активного ила в них не проводилась.

Исходя из органической природы значительной части детергентов, контроль процесса их деструкции проводился путем периодического отбора и определения бихроматной окисляемости (ХПК) проб каждого опыта. Также периодически измеряли рН и по общественным методикам (ПНД Ф из госреестра РФ) анализировали содержание биогенных элементов (аммонийного азота и фосфора), чтобы обеспечивать оптимальные условия для жизнедеятельности бактерий. Кроме этого, учитывая наличие в составе детергентов ПАВ, было логично оценивать изменение пенообразующих свойств всех модельных

растворов в ходе пассажа путем периодического измерения поверхностного натяжения методом максимального давления пузырьков.

Результаты исследований. К особенности проведения эксперимента следует отнести интенсивное пенообразование растворов при подаче сжатого воздуха на аэрацию растворов. В связи с этим в начале эксперимента расход сжатого воздуха на аэрацию во всех опытах поддерживался минимальным.

В процессе аэрирования пенообразование растворов с активным илом постепенно снижалось, что позволяло оптимизировать подачу сжатого воздуха. В отличие от них снижение пенообразования в контрольных растворах без ила было незначительным.

Результаты экспериментальных исследований в оптимальном пассаже биодеструкции детергентов, контролируемой по снижению ХПК, приведены на графиках рисунке.

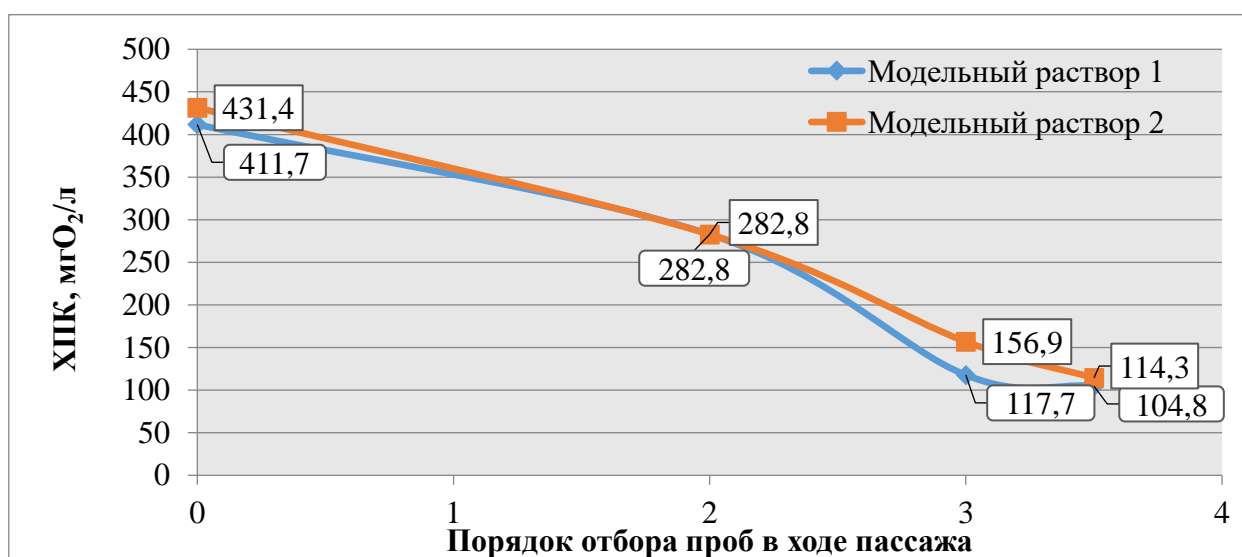


Рис. Динамика снижения ХПК в процессе пассажа

Как видно из графиков рисунка, несмотря на существенное отличие состава детергентов (табл. выше), процесс их деструкции практически не отличался в ходе пассажа. То есть детергент Д1 (*Active Foam*) российского производства может быть отнесен, как и Д2 (*Car Wash*) производства США, к биоразрушаемому. В отличие от модельных растворов с активным илом, изменений ХПК в контрольных модельных растворах без ила за время равное периоду пассажа не происходило.

В результате измерения поверхностного натяжения модельных растворов детергентов было установлено, что как такового существенного влияния процесс биодеструкции на поверхностное натяжение не оказывает. Это можно объяснить экранирующим действием метаболитов жизнедеятельности активного ила.

Выводы.

1. Установлено, что биодеструкция исследованных детергентов, контролируемая по снижению ХПК их модельных растворов, протекает практически одинаково и составляет около 75 %.

2. Величина поверхностного натяжения модельных растворов детергентов в ходе биодеструкции составляла $73 \cdot 10^{-3}$ Н/м, что почти равно поверхностному натяжению воды.

1. Свердлов, И. Ш. Очистка сточных вод автозаправочных станций // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 1. – С. 25–26.

2. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества, перевод с английского, под общее редактирование Л. П. Зайченко. – 2004 г. – 240 с.

E. I. Tsaritson, T. M. Sabirova, E. Sh. Awad,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF BIODEGRADATION OF DETERGENTS**

Д. А. Шилкина, Л. В. Струкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СИСТЕМА ОЧИСТКИ НИЗКОАКТИВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ФГУП «ПО "МАЯК"»

The article presents a technological scheme for the purification of liquid NAO of the FSUE «PO "Mayak"» enterprise, as a result of which the purified water is discharged into a circulating water supply reservoir. The wastewater is characterized by a certain content of alpha-nuclides, which slows down the processes of self-purification of the reservoir. It is proposed to introduce into the technological scheme of the stage of wastewater aftertreatment by using phytosorbent 728.

Загрязнение гидросферы стоит в ряду наиболее опасных видов воздействия на окружающую среду. В водной среде накапливается большее количество радионуклидов. Прежде всего это радионуклиды естественного происхождения, делящиеся элементы ядерных испытаний, ядерные захоронения, сбросы ядерной промышленности и энергетики [1].

Сточные воды атомной промышленности необходимо очищать до состояния, в котором эта вода могла бы использоваться предприятием повторно. Сточная вода, загрязненная радионуклидами, которая была ранее подвергнута очистке, чаще всего не может иметь питьевое или хозяйственно-бытовое назначение, так как радионуклиды считаются неуничтожаемыми.

Способы очистки радиоактивных сточных вод подразделяются на: химические – метод коагуляции и содово-известковый метод; физико-химические – методы медленной и быстрой фильтрации; комбинированные методы – сочетание новых методов с традиционными методами очистки; биологическая очистка – метод медленной песчаной фильтрации, либо применение биофильтров и аэротенков [2].

ФГУП «ПО «Маяк» находится на восточной части Южного Урала. Основными направлениями деятельности являются: выполнение государственного оборонного заказа по производству компонентов ядерного оружия; транспортировка и переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ); производство и реализация изотопной продукции [3].

В результате работы радиохимических, радиоизотопных и реакторных подразделений ФГУП ПО «Маяк» образуются жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) низкого уровня активности. Активность растворов этой группы обусловлена преимущественно радионуклидами цезия, кобальта, стронция, которые являются наиболее опасными для человека и животных. Попадая в организм, они вызывают тяжелые заболевания.

В соответствии с существующей технологической схемой, ЖРО направляются на хранение в изолированные от гидрографической сети специальные промышленные водоемы. На предприятии существует восемь таких хранилищ: водоемы оборотного водоснабжения В-2 (озеро Кызылташ) и В-6 (озеро Татыш), водоемы-хранилища НАО В-3, В-4, В-10 и В-11; водоемы-хранилища САО В-9 (озеро Карачай) и В-17 (Старое Болото) [3].

На рисунке представлена действующая технология очистки жидких НАО, технология характеризуется тремя цепочками, одна из них направлена на очистку сточной воды, а две другие на остекловывание и отверждение радиоактивных отходов. На заключительной стадии технологии образуется очищенная вода, удовлетворяющая нормам радиационной безопасности по β - и γ -излучающим нуклидам, однако, для α -излучающих нуклидов ситуация не столь однозначна.

Для дезактивации будет целесообразно использовать фитосорбент 728, полученный из отходов деревоперерабатывающей промышленности.

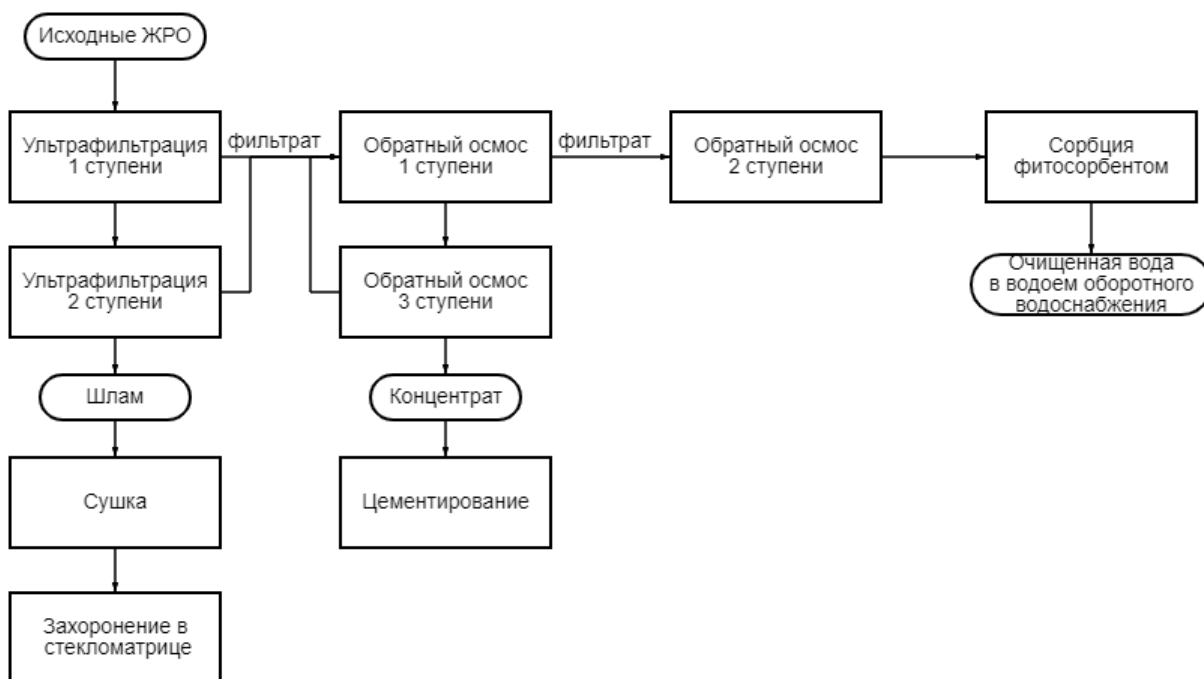


Рис. Принципиальная схема технологии переработки жидких НАО

Целесообразность его использования заключается в том, что ограничения по количеству сырья и сезонности его добычи отсутствуют, сорбент обладает низкой стоимостью, отработанный материал легко утилизировать путем сжигания, при этом образуется менее 4 % пепла, что позволяет сократить объемы, поступающие на захоронение, фитосорбент 728 позволяет сорбировать не только радионуклиды, но и ионные и коллоидные взвеси, в воде не набухает и имеет высокие емкостные характеристики по урану. По сравнению с другими достаточно дорогими сорбентами является экономически целесообразным, так как позволяет превратить существующее производство в малоотходное с замкнутым циклом.

Таким образом, применение фитосорбента 728 позволит предприятию снизить содержание альфа-нуклидов в сбрасываемой сточной воде, что в свою очередь положительно повлияет на водоем, который постепенно перейдет на стадию самовосстановления и, возможно, позволит вернуть изобилие промысловых рыб в водоеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташев, А. Г. Радиоэкология : учебное пособие / А. Г. Карташев. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – 161 с.

2. Долина. Л. Ф., Гунько, Е. Ю., Машихина, П. Б. Д 64 Защита вод от радиоактивного загрязнения : Монография / Л. Ф. Долина, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Д. : «ЛИРА», 2016. – 477 с.

3. Отчет по экологической безопасности ФГУП «ПО "Маяк"» за 2020 год / Госкорпорация «Росатом»; ФГУП «ПО "Маяк"». – Озерск : РИЦ ВРБ; Типография ФГУП «ПО "Маяк"», 2021 – 64 с.

D. A. Shilkina, L. V. Strukova,

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**TREATMENT SYSTEM LOW-LEVEL WASTEWATER OF THE FSUE
PO MAYAK ENTERPRISE**

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

И. Ш. Авад, Т. М. Сабирова, Е. И. Царицон,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВЛИЯНИЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОТСТОЙНИКОВ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК

The qualitative composition of wastewater from eight car washes located in the Erbil region (Iraq) was studied. It has been established that the use of recycled water supply contributes to improving the efficiency and stabilization of the work of sedimentation tanks for cleaning from suspended solids.

В настоящее время количество автомобильного транспорта в Ираке, как и во всем мире, увеличивается практически с каждым днем. Соответственно, растет и число станций по их обслуживанию, включающему мойку автомобилей, а, значит, и их негативное влияние на окружающую среду за счет увеличения выбросов в атмосферу и объема образованных сточных вод. Вода требуется на каждом этапе мойки автомобиля (сбивка грязи ополаскиванием; обработка пеной (моющим средством) со смывом водой; заключительное ополаскивание).

Как следует из литературных данных, состав сточных вод автомоек зависит от габаритных размеров и видов автомобилей, погодных и дорожно-технических условий и др. Сточные воды автомоек обычно загрязнены нефтепродуктами, биогенными элементами (N, P и др.), металлами (железо, марганец), синтетическими моющими средствами с поверхностно-активными веществами (ПАВ), различной бактериальной микрофлорой и т. п. Колебания состава сточных вод находятся в довольно широких пределах, например, по взвешенным веществам от 700 до 3000 мг/л, по нефтепродуктам – от 75 до 900 мг/л [1]. Для оценки влияния сточных вод на экологическую обстановку и подбора технологии их очистки необходимо знать возрастную, количественную и техническую структуру автопарка, а также долю автомобилей, соответствующих введенным в действие экологическим стандартам [2].

Целью настоящей работы является оценка влияния применения оборотного водоснабжения на эффективность отстаивания (очистки) сточных вод автомоек от взвешенных веществ на автостанциях, работающих в районе г. Эрбиль (Ирак), расположенного в 366 км от г. Багдада. Автомойки данных автостанций отличаются типом обслуживаемых транспортных средств, источником свежей воды и способом водоподготовки. Схема размещения автомоек (автостанций) показана на рис. 1.

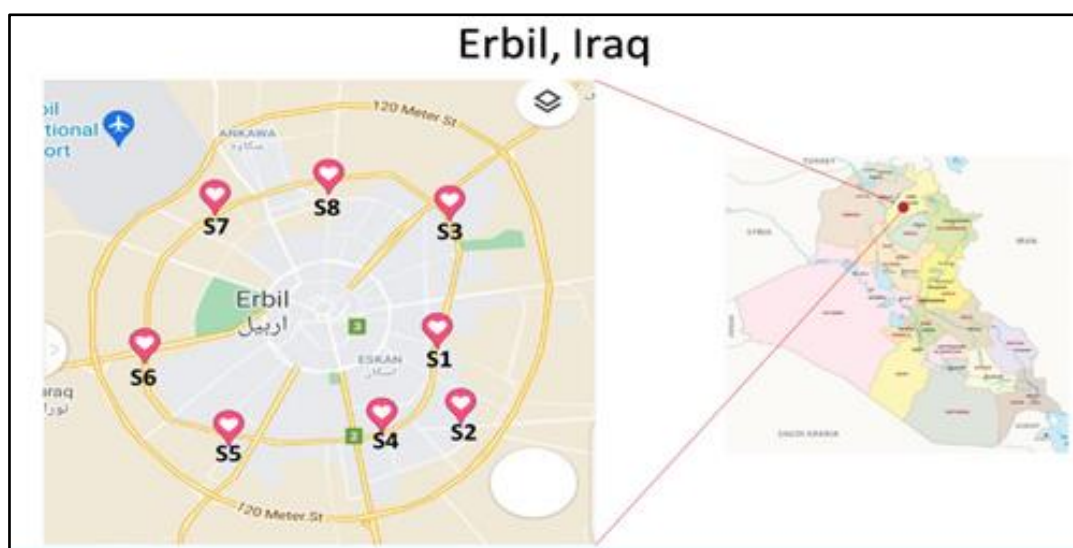


Рис. 1. Схема размещения автомоек в районе г. Эрбиль

На всех автомойках применяется полуавтоматический способ мойки, заключающийся в использовании ручных водных распылителей. Краткая рабочая характеристика автомоек приведена в таблице.

Таблица

Характеристика работы автомоек в районе г. Эрбиль

№ автомойки	Работа автомойки в сутки, час	Число вымытых машин, шт.	Средний расход воды, м ³ /сут.
1	12	200	15
2	12	150	12
3	12	200	15
4	12	100	8
5	12	150	15
6	12	120	10
7	12	200	15
8	12	150	12

Из числа приведенных автомоек, показанных на схеме (рис. 1), только автомойки № 1 и № 7 имеют дополнительные к отстойнику сооружения очистки сточных вод и повторное использование очищенной воды (оборотное водоснабжение). Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод автомойки № 1 показана на рисунке. 2.

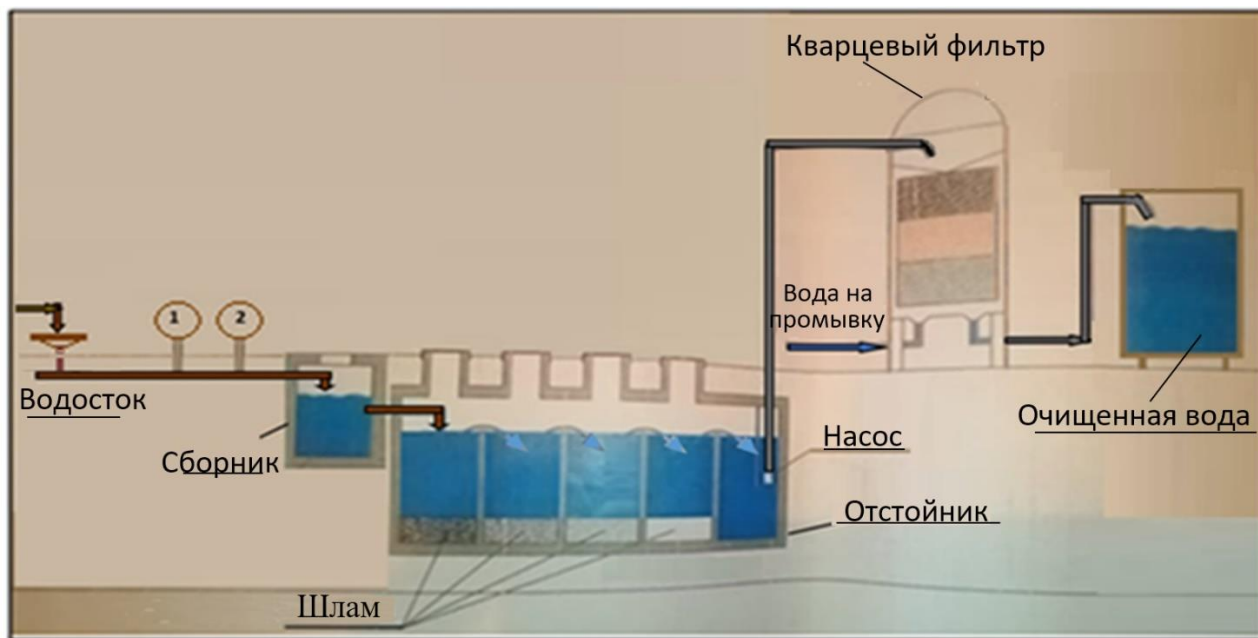


Рис. 2. Принципиальная схема очистки сточных вод на автомойке № 1

Остальные автомойки сбрасывают сточные воды в канализацию после предварительного отстаивания. Для проведения исследований был проведен отбор проб сточных вод. Место отбора проб – отстойники автомоек 1–8, предназначенные для сбора и предварительной очистки (отстаивания) сточных вод от твердых примесей. Анализ сточных вод проводился по общеизвестным методикам на 11 основных показателей (рН, взвешенные вещества, сухой остаток (солесодержание), электропроводность (ЭП), ХПК, нефтепродукты, анионное ПАВ, хлорид-ион (Cl^-), калий (K^+), натрий (Na^+), кальций (Ca^{2+})). Полученные результаты анализа представлены на графиках (рис. 3).

Как видно из графиков на рисунке 3, отстаивание сточных вод от взвешенных веществ в автомойках № 1 и № 7, имеющих оборотные циклы, происходит намного эффективнее, чем в других.

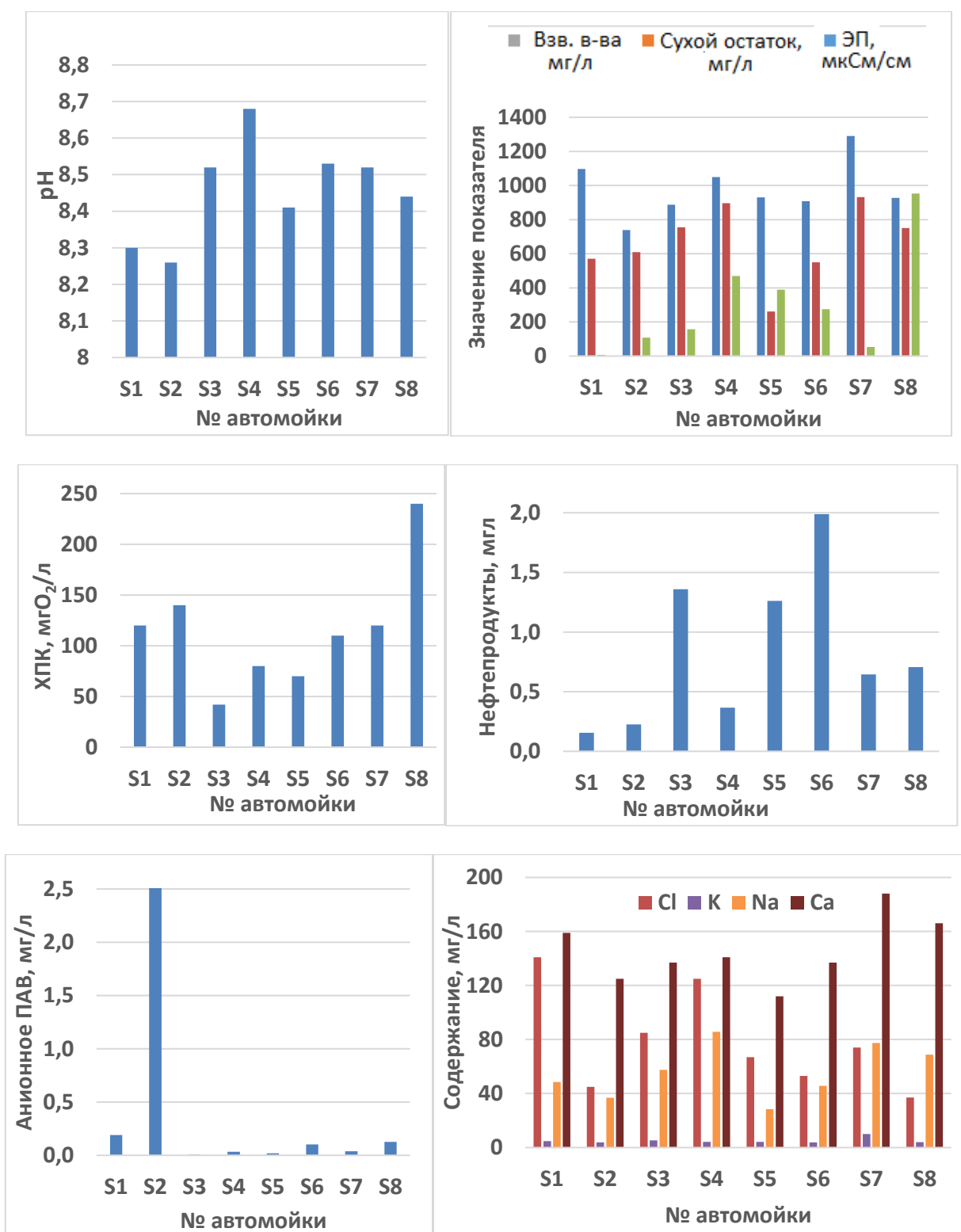


Рис. 3. Результаты анализа сточных вод автомоек после отстойников в районе г. Эрбиль

Это объясняется тем, что для обеспечения качества оборотных вод, приемлемого для мойки, в технологии водоподготовки осуществляется своевременный регулярный вывод шлама из отстойника с поддержанием регламентированной зоны отстаивания. Тогда как автомойки без оборотного

водоснабжения выводят шлам нерегулярно (обычно по мере заполнения отстойника), сбрасывая в канализацию только избыточный верхний слой воды. Это приводит к низкой эффективности работы отстойников и высокому остаточному содержанию взвешенных веществ в сбросной воде.

По большинству других показателей сточные воды автомоек с оборотными циклами сопоставимы с данными автомоек, оснащенных только отстойниками. Из сопоставления ХПК сточных вод одних и тех же автомоек с содержанием в них взвешенных веществ можно сделать вывод, что последние имеют минеральную природу. То есть ХПК сточных вод автомоек в основном обусловлен растворенными в воде органическими соединениями, в т. ч. моющими средствами, включающими ПАВ.

В связи с этим для глубокой очистки сбросных сточных вод от веществ, обуславливающих ХПК, необходимо применение других, более эффективных, методов очистки, чем кварцевые фильтры.

Таким образом, доказано, что основной причиной высокого содержания взвешенных веществ в сбросных сточных водах автомоек без оборотного водоснабжения является несоблюдение регламентированного режима очистки отстойников от шлама.

1. Свердлов, И. Ш. Очистка сточных вод автозаправочных станций // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 1. – С. 25–26.

2. Алкхудхир, Х. С. Автомобильный транспорт как макрофактор развития Ирака / Х. С. Алкхудхир // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84). – С. 121–124. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/84/15713/> (дата обращения 16.03.2022).

E. Sh. Awad, T. M. Sabirova, E. I. Tsaritson,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**THE INFLUENCE OF RECYCLED WATER SUPPLY ON THE
EFFICIENCY OF SEWAGE SETTLING TANKS OF CAR WASHES**

Е. Л. Борцова,
*Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург,
Россия*

ПЕРЕРАБОТКА СЫВОРОТКИ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Article justifies the need for whey processing in the food industry. Its biological value is presented. The main areas of processing have been determined. Characteristics of parameters of serum processing processes are given.

Современный рынок молочной промышленности демонстрирует широкий ассортимент продукции, произведенной посредством молочнокислого брожения, сопутствующим продуктом которого является сыворотка.

Согласно литературным данным в нашей стране лишь 20 % производимой молочной сыворотки идет на промышленную переработку. Значительная ее доля сливается в канализацию и загрязняет окружающую среду. Несмотря на требования нормативно-правовых документов в экологическом паспорте предприятия не всегда указываются эти отходы. Это усложняет реальную оценку объемов сыворотки в молочном производстве. Строго говоря, сыворотку сложно назвать отходами по причине того, что она богата альбумином, глобулином, казеином, фосфолипидами, витаминами, лактозой и другими нутриентами. Полезное воздействие сыворотки на организм человека обусловлено, в т. ч. и присутствием пробиотиков и пребиотиков, которые остаются после окончания производства кисломолочных продуктов.

Указанные факторы являются предпосылками к более активному развитию технологий переработки такого ценного биологического продукта, как сыворотка. Важно подчеркнуть, что биологическая и пищевая ценность сыворотки варьируется в зависимости от технологического процесса:

1) подсырная – получается при производстве сыра (в таблице 1 – выход сыворотке при производстве сыров);

Выход подсырной сыворотки при производстве сыров, %

Вырабатываемый продукт	Удельный вес получающейся сыворотки, средние показатели
Твердые сыры жирные	80
Твердые сыры полужирные	75
Твердые сыры нежирные	70
Мягкие сыры	74–64
Творог нежирный	75

2) творожная – изготавливается при переработке молока для создания брынзы, творога, простокваши;

3) казеиновая – извлекается при изготовлении казеина.

Технологии переработки сыворотки развиваются преимущественно в направлении разработки маринадов для мясной продукции, сыров, сгущенных кисломолочных продуктов.

Уже известны технологии производства сыра при совместной термокислотной коагуляции казеина цельного молока и сывороточных белков несепарированной подсырной и творожной сыворотки. Результаты сравнительной дегустационной оценки и физико-химических показателей качества полученного сыра определили наиболее оптимальное соотношение в сырьевом составе компонентов, а именно: 40 % молока и 60 % подсырной сыворотки. При соблюдении оптимальных параметров коагуляции происходит переход 87 % белка, 100 % жира и 66 % сырной пыли в сыр.

Одним из перспективных направлений использования сыворотки является производство сгущенной кисломолочной продукции. Сыворотка характеризуется высоким содержанием моносахаров (глюкозы и галактозы), которые легче в сравнении с лактозой вступают в реакцию Майяра.

Этот факт способствует быстрому протеканию меланоидинообразования. Ускорение протекания реакции Майяра позволяет сократить продолжительность варки в сравнении с традиционно изготавливаемым сгущенным молоком с сахаром вареным.

Литературные данные свидетельствуют о сокращении на 30–40 минут процессов изготовления сгущенных кисломолочных продуктов, что позволяет снижать энергетические затраты при производстве данного вида продукции в сравнении с традиционно применяемой технологией.

Другим преимуществом сокращения времени протекания реакции Майяра становится увеличение биологической доступности белка, о чем свидетельствует сравнение аминокислотных скор (от англ. *score* счет) сгущенных кисломолочных продуктов с добавлением сахарозы к сыворотке и без добавления (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение биологической ценности белка в сгущенных кисломолочных продуктах с добавлением сахара и сыворотки, скор., %

Аминокислота	Кисломолочный продукт с сахаром	Кисломолочный продукт с сывороткой
Лизин	136,4	139,1
Изолейцин	145,1	146,5
Валин	125,8	123,1
Треонин	105,6	118,1
Лейцин	67,1	75,4
Фенилаланин + тирозин	122,7	122,2
Метионин + цистин	83,3	93,3
Триптофан	132,0	154,1

Еще одним направлением использования сыворотки является формирование на ее основе маринадов для мясной продукции.

Технология переработки мясного сырья с использованием маринования воздействует на белок соединительной ткани до тепловой обработки, при этом происходит гидролиз под воздействием органических кислот.

Способностью ускорять процесс тепловой обработки обладают не все органические кислоты, а лишь некоторые из них: аскорбиновая, винная, щавелевая, лимонная, уксусная, молочная.

К преимуществам использования маринадов с добавлением органических кислот относят получение более сочного готового мясного продукта за счет некоторого повышения влагоудерживающей способности мышечных белков и меньшей деформации коллагеновых волокон.

Литературные данные свидетельствуют о том, что высокие органолептические показатели готового мясного продукта достигаются с использованием маринадов на основе сыворотки от 68 % до 72 %, а время маринования варьируется от 2 до 8 часов. После маринования в течение 2 часов консистенция мяса после тепловой обработки меняется от жесткой до мягкой и становится сочной после маринования в течение 8 часов.

Таким образом, сыворотку стоит рассматривать в качестве побочного продукта, который может успешно быть использован в молочной и мясной промышленности. Наряду с этим сыворотка является самостоятельным продуктом, который характеризуется высокой биологической ценностью и может быть полезен для организма человека при регулярном включении в ежедневные рационы.

E. L. Bortsova,
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

WHEY PROCESSING AS A TOOL OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF FOOD INDUSTRY

Ю. В. Гарифулина, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НОРВЕГИИ

At present, the world's oil and gas resources occupy a major place in the development of the countries of the world, both those that have these resources and those that need them. This paper analyzes the oil and gas industry in Norway.

Королевство Норвегия расположено на Скандинавском полуострове. Страна занимает север Европы, граничит с несколькими государствами, а также обладает множественными выходами к морю. Природные ресурсы Норвегии очень разнообразны. Государство занимает первое место в Европе по нефтяным запасам и второе – по газовым. 75 % всех западноевропейских запасов углеводородов приходится на эту страну [1, 2].

В таблице 1 отражена динамика структуры потребления энергетических ресурсов страны за период с 2015 по 2020 гг.

Таблица 1

Структура потребления энергетических ресурсов Норвегии, %

Год	Уголь	Нефть	Природный газ	Гидроэнергия	ВИЭ	Итого
2015	1,68	22,07	8,60	66,00	1,65	100
2016	1,71	20,85	8,22	67,36	1,86	100
2017	1,78	20,56	8,59	66,48	2,59	100
2018	1,76	21,65	8,39	65,40	2,80	100
2019	1,84	22,06	9,24	62,74	4,11	100
2020	1,69	19,38	8,27	64,88	5,78	100
Изменение 2020/2019	-0,15	-5,93	-0,26	1,51	4,83	-

Составлено авторами на основе данных [3]

В 2020 году основная доля (64,9 %) пришлась на гидроэнергию, 19,4 % – на нефть, 8,3 % – на природный газ, 1,7 % – на уголь, 5,8 % – на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). С 2015 по 2020 гг. потребление нефти сократилось на 6 %, в то время, как доля ВИЭ увеличилась на 5 %, что свидетельствует о развитии зеленой энергетики в стране.

В таблицах 2 и 3 показаны запасы и добыча нефти и газа в Норвегии с 2000 по 2020 годы.

Таблица 2

Место страны в мире по общим доказанным запасам нефти [3]

Годы	Запасы в стране		Запасы в мире, млрд барр.	Доля в мире, %	Добыча нефти, млн т.	Период потребления запасов, лет
	млрд барр.	млрд т				
2000	11,40	1,56	1300,92	0,9%	160,07	9,76
2010	6,80	0,93	1636,89	0,4%	98,59	9,45
2020	7,90	1,08	1732,37	0,5%	91,97	11,77
Изменение 2020/2000, %	69,30	69,23	133,16	-0,4	57,45	120,59

Составлено авторами на основе данных [3]

Таблица 3

Место страны в мире по общим доказанным запасам газа

Годы	Запасы в стране, трлн м ³	Запасы в мире, трлн м ³	Доля в мире, %	Добыча газа, млрд м ³	Период потребления запасов, лет
2000	1,2	138,0	0,9%	49,4	25,3
2010	2,0	179,9	1,1%	106,2	19,1
2020	1,4	188,1	0,8%	111,5	12,8
Изменение 2020/2000, %	116,66	136,30	-0,1	225,71	50,59

Составлено авторами на основе данных [3, 4]

Добыча нефти в 2020 году снизилась до 91,97 млн т – на 43 % меньше по сравнению с 2000 годом. Добыча природного газа в 2020 г. достигла 111,5 млрд м³ на 26 % больше, чем в 2000 году. Согласно выполненным расчетам на 2020 год планируемый период потребления нефти составит 12 лет, природного газа – 13 лет при добыче энергоресурсов в текущих объемах.

В 2020 году Норвегия по запасам нефти в мире занимала 18-е место, газа – 21-е место. В первой половине 2021 года компаниями Норвегии открыто восемь новых месторождений, совокупные запасы которых составляют около 60 млн м³н. э. Многие из добывающих месторождений истощаются, но на некоторых из них все еще имеются значительные остаточные запасы.

В таблице 4 (на стр. 165) приведены первоначальные и остаточные запасы по десяти крупнейшим месторождениям Норвегии [4].

Нефть Норвегии добывается на шельфе в тяжелейших условиях, поэтому средняя себестоимость приблизительно равна \$ 30 / баррель.

Объемы производства нефти и газа в стране превышают объемы потребления (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Динамика объемов избытка нефти в Норвегии, тыс. барр. в день

Годы	Производство			Потребление			Баланс	Баланс к производству, %
	страна	мир	доля, %	Страна	Мир	доля, %		
2015	1946,01	91631,77	2,12	219,27	92786,57	0,24	1726,75	88,73
2016	1996,51	91988,63	2,17	209,64	94380,69	0,22	1786,87	89,50
2017	1971,04	92568,42	2,13	211,10	96099,43	0,22	1759,94	89,29
2018	1851,44	94851,74	1,95	222,17	97264,80	0,23	1629,27	88,00
2019	1736,77	94960,88	1,83	211,61	97598,32	0,22	1525,16	87,82
2020	2001,46	88391,10	2,26	206,32	88477,36	0,23	1795,14	89,69

Составлено авторами на основе данных [3, 4]

Таблица 6

Динамика объемов избытка природного газа в Норвегии, млрд м³ [4, 5]

Годы	Производство			Потребление			Баланс	Баланс к производству, %
	страна	мир	доля, %	страна	Мир	доля, %		
2015	116,10	3511,66	3,31	4,53	3478,20	0,13	111,57	96,10
2016	115,90	3552,07	3,26	4,37	3558,64	0,12	111,53	96,23
2017	123,70	3676,21	3,36	4,59	3653,66	0,13	119,11	96,29
2018	121,30	3852,86	3,15	4,43	3837,90	0,12	116,87	96,35
2019	114,30	3976,21	2,87	4,57	3903,94	0,12	109,73	96,01
2020	111,50	3853,66	2,89	4,43	3822,78	0,12	107,07	96,03

Составлено авторами на основе данных [3, 4]

Таблица 4

Запасы крупнейших нефтегазовых месторождений Норвегии, м³ н. э.

Месторождение	Место добычи	Статус	Дата открытия	Первоначальные резервы	Оставшиеся резервы	Начало добычи	Компания
<i>TROLL</i>	Северное море	Производство (добыча)	1979	1765,78	744,44	1995	<i>Equinor Energy AS</i>
<i>JOHAN SVERDRUP</i>	Северное море	Производство (добыча)	2010	428,27	398,55	2019	<i>Equinor Energy AS</i>
<i>SNØHVIT</i>	Баренцево море	Производство (добыча)	1984	248,61	170,02	2007	<i>Equinor Energy AS</i>
<i>JOHAN CASTBERG</i>	Баренцево море	Допущен к добыче	2011	88,9	88,9		<i>Equinor Energy AS</i>
<i>SNORRE</i>	Северное море	Производство (добыча)	1979	326,35	85,37	1992	<i>Equinor Energy AS</i>
<i>OSEBERG</i>	Северное море	Производство (добыча)	1979	547,17	79,26	1988	<i>Equinor Energy AS</i>
<i>ORMEN LANGE</i>	Норвежс-кое море	Производство (добыча)	1997	320,74	73,79	2007	<i>A/S Norske Shell</i>
<i>EKOFISK</i>	Северное море	Производство (добыча)	1969	729,74	64,42	1971	<i>Conoco Phillips Skandinavia AS</i>
<i>SKARV</i>	Норвежское море	Производство (добыча)	1998	111,01	59,53	2013	<i>Aker BP ASA</i>
<i>HEIDRUN</i>	Норвежское море	Производство (добыча)	1985	248,95	57,19	1995	<i>Equinor Energy AS</i>

Энергетические товары составляют основу товарного экспорта Норвегии: на экспорт минерального топлива и нефтепродуктов приходится почти две трети всей вывозимой из страны продукции. В топливно-энергетическом экспорте страны традиционно доминируют нефть и природный газ, большая часть которых поставляется за рубеж. Импортерами норвежских нефтепродуктов являются страны Европы [6].

Крупнейшей в Норвегии нефтегазовой компанией является – *Equinor*. Эта компания вместе с партнерами поставляет европейцам суммарно около четверти потребляемого на континенте газа. Она намерена увеличить свою роль в газовом снабжении Евросоюза. *Equinor* в альянсе с *SDFI* удается удерживать более 20 % европейского рынка газа.

Нефть и газ, добываемые на месторождениях, необходимо транспортировать потребителям. На многих нефтяных месторождениях нефть загружается непосредственно в танкеры, в других случаях – транспортируется по трубопроводу на береговые объекты. Нефть, влажный газ и сжиженный природный газ загружаются на суда на береговых объектах, в то время как сухой газ транспортируется по трубопроводу в Великобританию и континентальную Европу [6]. От месторождения Снёвит в Баренцевом море осуществляется экспорт сжиженного природного газа с помощью кораблей-газовозов.

Система газопроводов контролируется властями, так как газотранспортная система является естественной монополией и занимает центральное место в норвежской нефтяной деятельности. Важным для властей является обеспечение равного доступа к возможностям системы на основе потребностей компаний. Кроме того, тарифы, взимаемые за доступ к инфраструктуре, должны быть разумными. Еще одним важным соображением является обеспечение эффективной работы норвежской газотранспортной системы и ее развитие с учетом будущих потребностей.

Парламент Норвегии решает вопросы управления нефтегазовой отрасли, как органа народного представительства. Стортинг формирует отраслевое законодательство и принимает решение о начале разведки, добычи в новых

шельфовых районах. Изначально проводится комплексная экологическая и социально-экономическая экспертиза, заключение которой обсуждается со всеми заинтересованными сторонами, такими как министерствами, администрациями прибрежных губерний, бизнес-сообществом, некоммерческими организациями различного профиля. Стортинг утверждает планы освоения и эксплуатации каждого месторождения, что фактически придает им силу закона.

Норвегия обладает двумя административными механизмами: первый проводит тщательный отбор недропользователей. Для получения допуска к работе на шельфе компания обязана доказать Нефтяному директорату и Нефтяному надзору, что обладает требуемым техническим уровнем, будет соблюдать все требования промышленной безопасности, а также располагает необходимым финансовым потенциалом. Второй обеспечивает порядок выдачи лицензий. Раунды лицензирования проводятся раз в два года.

В Норвегии налогообложение нефтегазовой деятельности осуществляется через сбор налога с прибыли. Такой подход способствует разработке как новых месторождений, так и выработанных месторождений, где требуются сложные дорогостоящие технологии для поддержания добычи на текущем уровне.

Как и все природные ресурсы страны в Норвегии нефть является достоянием народа. Денежные средства от нефтяных доходов идут на социальные программы и Фонд Всеобщего Благоденствия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Норвегия. География, государственное устройство, инфраструктура [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://war1960.ru/vs/norvegia.shtml> (дата обращения 05.11.2021).
2. Норвегия – краткая история [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.istmira.com/drugoe-razlichnye-temy/17768-norvegija-kratkaia-istorija.html> (дата обращения 05.11.2021)

3. Statistical Review of World Energy 2021. 70th edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com> (дата обращения 11.10.2021)

4. Международное энергетическое агентство (официальный сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iea.org> (дата обращения 08.11.2021)

5. Norsk petroleum (официальный сайт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.norskpetroleum.no> (дата обращения 02.11.2021)

6. Норвежский экспорт газа в ЕС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://news.rambler.ru/other/42583242-norvezhskiy-eksport-gaza-v-es-padet-pered-rossiyskimi-gazotransportnymi-proektami/> (дата обращения 14.11.2021).

Yu. V. Garifulina, N. V. Dukmasova, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS
COMPLEX IN NORWAY**

Л. С. Герасимович¹, Л. А. Веремейчик²,

¹*Белорусский государственный аграрный технический университет, Республика Беларусь*

²*Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь*

РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

The article identifies the main reasons for the need to use renewable energy in the Republic of Belarus. The main directions of involving the country's own fuel and energy resources, including renewable energy sources, in the fuel and energy balance of the country are presented. The perspective of alternative energy development in Belarus is shown.

В Республике Беларусь обеспечение охраны окружающей среды является одной из основополагающих целей и принципов технического нормирования и стандартизации. На саммите ООН по мерам в области изменения климата Беларусь заявила о намерении сократить к 2030 году выбросы парниковых газов не менее чем на 35 % по сравнению с 1990 года. Республика заинтересована в реализации плана действий по развитию зеленой экономики, обязательной составляющей которой являются альтернативные источники энергии.

В настоящее время во всех странах мира наблюдается тенденция ускоренного развития возобновляемой энергетики, что связано, в первую очередь, со снижением зависимости от поставок углеводородного сырья, а также с решением экологических проблем. Известны преимущества возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Они избыточны, повсеместно доступны, а процесс их преобразования в электрическую и тепловую энергию достаточно безопасен для окружающей среды.

Развитие возобновляемых источников энергии является одним из направлений долгосрочного устойчивого развития мировой энергетики. Беларусь с принятием закона «О возобновляемых источниках энергии» в 2010 году также выбрала именно такой вектор развития зеленой энергетики. Однако на данном этапе для Беларуси такая энергия пока неконкурентоспособна по сравнению с использованием газового топлива. Затраты на строительство

установок по использованию возобновляемых источников энергии до сих пор являются существенными и превышают издержки, связанные с использованием энергетических источников на углеводородном топливе. В настоящее время в структуре валового потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) наибольшую долю занимает газ природный – 59 %. В то же время Республика Беларусь не располагает собственным топливно-энергетическим сырьем в достаточной степени, входит в двадцатку наиболее энергозависимых стран мира. Энергетическая зависимость (отношение чистого импорта топливно-энергетических ресурсов к их валовому потреблению) составляет почти 84 % [1].

В связи с этим для нашей страны актуальна политика более широкого вовлечения в топливно-энергетический баланс местных видов топлива, в т. ч. возобновляемых источников энергии. Инструментами реализации поставленных задач будут служить Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годах, а также ежегодно разрабатываемые отраслевые и региональные программы энергосбережения, нормативные правовые акты. На данном этапе созданы благоприятные условия для увеличения производства электрической и тепловой энергии из возобновляемых источников энергии, сформирована долгосрочная политика их развития, учитывающая структуру и тенденции изменения прогнозного топливно-энергетического баланса. Так, на 1 сентября 2020 года суммарная установленная электрическая мощность установок ВИЭ составила 491 МВт, что более чем в 10 раз превышает этот показатель шестилетней давности – 47 МВт (на 1 января 2014 г.), в т. ч. введены в эксплуатацию 80 фотоэлектрических станций мощностью 159 МВт; 53 гидроэлектростанции мощностью 96 МВт; 101 ветроэнергетическая установка мощностью 109 МВт; 29 биогазовых комплексов мощностью 38 МВт; 10 мини-ТЭЦ на древесном топливе электрической мощностью порядка 89 МВт. Планируется расширение использования древесного топлива, что связано с наименьшими объемами капиталовложений и небольшими сроками их окупаемости в сравнении с другими видами ВИЭ, предполагается нарастить к 2025 году мощности по производству топливной щепы до 2100 тыс. м³ в год [2].

Доля ВИЭ в 2020 году составила 4,8 %, в 2019 году этот показатель был на уровне 4 %, объем выработки возрос с 2,2 % в 2019 году до 3,5 % в 2020 году в общем объеме производства электроэнергии в Беларуси. Однако Международным энергетическим агентством обозначено: если установленная мощность ВИЭ составляет в энергосистеме страны менее 10 %, то их использование не влияет на сбалансированную работу объединенной энергосистемы. В соответствии с этим в государственной программе в целом по республике определены следующие целевые показатели: доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР – не менее 16,1 %; доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР – до 8 %, что будет способствовать, наряду с использованием атомной энергии, достижению нормативного уровня энергетической самостоятельности страны [2].

Основными направлениями дальнейшего развития использования местных ТЭР будут являться: создание энергоисточников, использующих местные ТЭР (древесное и торфяное топливо, горючие отходы, попутный газ и прочие). Планируется строительство биогазовых комплексов в сельскохозяйственных организациях, занимающихся разведением крупного рогатого скота, свиней и птицы; создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов. Будет увеличена выработки электрической и тепловой энергии за счет использования энергии естественного движения водных потоков, ветра и солнца. Предусматривается создание в организациях жилищно-коммунального хозяйства мощностей по производству топлива из твердых коммунальных отходов (*RDF*-топливо) с его использованием на энергоисточниках, в т. ч. строительство мусоросжигательного завода в г. Минск, а также использование в качестве топлива нефтяного кокса на цементных заводах строительной отрасли [2].

Одним из важнейших факторов энергетической безопасности является повышение уровня обеспеченности потребности в энергии за счет собственных энергоресурсов. Республика Беларусь намерена и дальше развивать альтернативную энергетику. Согласно концепции энергетической безопасности

страны, доля объема производства первичной энергии из возобновляемых источников должна составлять 8 % в 2030 году, планируется довести этот показатель до 9 % к 2035 году. Достижение целевых показателей будет обеспечиваться в основном за счет реализации мероприятий по увеличению использования местных видов топлива, энергии воды, ветра, солнца, геотермальных источников и возобновляемых отходов [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь // Энергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/> (дата обращения 01.04.2022).

2. О Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.02.2021 г. № 103 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.polessu.by/sites/default/files/files/13-ovrm/02/11.pdf> (дата обращения 04.04.2022).

3. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь / Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 № 1084 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://minenergo.gov.by/dfiles/000608_512413__Kontseptsija.pdf (дата обращения 04.04.2022).

L. S. Gerasimovic¹, L. A. Veremeychik²,

¹*Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus*

²*Belarusian State Technological University, Republic of Belarus*

DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

А. А. Давлетбаева, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА САУДОВСКОЙ АРАВИИ

Saudi Arabia is one of the largest exporters of crude oil, which has a strong impact on the global energy market. This article presents the dynamics of production and consumption of oil and natural gas in the period from 2011 to 2020 in this country.

В настоящее время Саудовская Аравия занимает второе место в мире по величине запасов нефти, которые оцениваются в 297,5 млрд барр. по состоянию на 2020 год. [1]. За последние десять лет объем запасов нефти увеличился на 30 млрд барр., что составляет 17 % от общемировых запасов. Кроме того, Королевство обладает шестыми по величине доказанными запасами природного газа, которые по оценкам экспертов составляют около 6,0 трлн м³. Страна занимает лидирующие позиции в мировом экспорте нефти, и эти доходы играют определяющую роль в формировании ее ВВП (45 %).

В данной работе приводится анализ динамики добычи и потребления энергетических ресурсов (нефти и природного газа) за десять лет, за период с 2011 по 2020 годы.

Саудовская Аравия занимается добычей нефти разной плотности: от сверхлегкой до тяжелой нефти (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика основных сортов нефти [2]

Сорт нефти	Месторождение	Плотность		Содержание серы, %
		кг/м ³	API	
<i>Arab Super Light (ASL)</i>	<i>Abqaiq u Hawtah</i> (континентальные)	777,00	50,60	0,04
<i>Arab Extra Light (AXL)</i>		834,80	38,00	1,16
<i>Arabian Light (AL)</i>	<i>Ghawar</i>	855,00	34,00	1,78
<i>Arab Medium (AM)</i>	<i>Zuluf u Marjan</i> (шельфовые)	866,50	31,80	2,45
<i>Arab Heavy (AH)</i>	<i>Safaniya</i>	883,30	28,70	2,79

Легкие сорта нефти добываются на континентальных месторождениях и занимают 2/3 от всего объема извлекаемого сырья, более тяжелые – на

шельфовых месторождениях. Нефтяное сырье Саудовской Аравии, за исключением сортов *Arab Extra Light* и *Arab Super Light*, отличается повышенным содержанием серы.

В таблице 2 представлен баланс производства и потребления сырой нефти в Саудовской Аравии за десять лет, с 2011 по 2020 гг. Объемы производства в стране за этот период увеличились на 11,9 %, объемы потребления – на 13,4 % и в 2020 г. составили 3543,81 тыс. бар/день.

Таблица 2

Производство и потребление нефти в Саудовской Аравии, тыс. барр./день

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Производство	11079	11621	11393	11519	11998	12406	11892	12261	11832	11039
Потребление	3285	3451	3444	3760	3879	3865	3799	3617	3635	3544
Избыток, %	70,35	70,30	69,77	67,36	67,67	68,84	68,06	70,50	69,28	67,90

Составлено авторами по данным [1]

В Саудовской Аравии нефти добывается более чем в три раза больше по сравнению с внутренним потреблением. Темпы роста ее производства в стране опережают темпы роста как по мировому производству, так и по мировому потреблению ($K_{оп} > 1$). По добыче нефти страна занимает третье место в мире после США и России, по экспорту – первое место.

Экспорт сырой нефти за 10 лет увеличился на 11,2 %. В 2020 году составил 349,1 млн т, что на 16,9 млн т меньше по сравнению с 2019 годом. На величину экспорта оказали сильное влияние соглашение ОПЕК и пандемия *COVID-19*. С начала 2020 года спрос на нефть падал в связи с пандемией коронавируса. Падение спроса вызвало заметное снижение цен на сырую нефть. Саудовская Аравия призвала сократить поставки сырой нефти на мировой рынок всех участников ОПЕК на 1,5 млн барр., однако, до 1 апреля 2020 года действовало соглашение между странами ОПЕК и другими государствами, в т. ч. с Россией об ограничении добычи. На долю России приходилось всего 2,1 млн барр. и предложение лидера ОПЕК страна не поддержала. В результате конфликта

Саудовская Аравия продавала нефть с огромным дисконтом. В декабре 2020 года страна значительно нарастила экспорт. Приоритетными направлениями стали европейские страны.

Помимо сырой нефти страна экспортирует и импортирует нефтепродукты. Экспорт нефтепродуктов в 2020 году составил 49,7 млн т, что на 4,0 млн т меньше, чем в 2019 году. Импорт увеличился в 2020 году. на 3,6 млн т. Чистый экспорт, который представляет собой разницу между экспортом и импортом, по нефти составил 349 млн т, по нефтепродуктам – 49,7 млн т в 2020 году (табл. 3).

Таблица 3

Поставки нефти и нефтепродуктов в Саудовской Аравии, млн т

Наименование	2019			2020			Изменение	
	страна	мир	доля, %	страна	мир	доля, %	Абс.	Отн., %
Импорт нефти	0,10	2265,60	0,01	0,10	2108,60	0,01	0,00	0,00
Экспорт нефти	366,00	2265,60	16,15	349,10	2108,60	16,56	-16,90	0,41
Чистый экспорт	365,90			349,00			-16,90	-4,62
Импорт нефтепродуктов	10,00	1191,50	0,84	13,60	1095,20	1,24	3,60	0,40
Экспорт нефтепродуктов	53,70	1191,50	4,51	49,70	1095,20	4,54	-4,00	0,03
Чистый экспорт	43,70			36,10			-7,60	-17,40

Составлено авторами по данным [1]

В основном, страна экспортирует сырую нефть в США, Китай, Индию, Японию, Нидерланды, Западные Зондские острова.

Газовая отрасль играет вторую по значению роль в экономике страны, обеспечивая 15 % ВВП. Крупнейшее месторождение нетрадиционного газа в Саудовской Аравии – *Jafura* расположено к юго-востоку от нефтяного месторождения *Ghawar*. Газ характеризуется многокомпонентностью и повышенной жирностью.

Объемы потребления и производства газа ежегодно возрастают и за последние десять лет увеличились на 34,6 %, с 83,28 млрд м³ в 2011 году до 112,1 млрд м³ в 2020 году. [1]. Саудовская Аравия потребляет газа равно сколько, сколько производит. Основными потребителями являются предприятия

электроэнергетики (39 %), газохимии (22 %) и опреснения воды (16 %). Темпы роста производства газа в стране опережают темпы роста как по мировому производству, так и по мировому потреблению ($K_{оп} = 1,1$).

Ключевая роль в сфере добычи и запасов нефти и газа отведена госкорпорации *Saudi Aramco* – одной из крупнейших компаний. Она контролирует 98 % нефтегазовых ресурсов Саудовской Аравии, доминируя в сфере добычи, транспортировки, переработки и распределения углеводородов. В настоящее время энергоснабжение Саудовской Аравии обеспечивается почти полностью за счет сжигания ископаемого топлива – нефти (2/3) и природного газа (1/3).

Анализируя долгосрочные стратегические планы страны следует отметить важность и эффективность ископаемых видов топлива, особенно нефти. На сегодняшний день государственный бюджет страны на 75 % формируется за счет доходов от экспорта нефти. Поэтому, в дальнейшей перспективе страна нацелена на диверсификацию национальной экономики, чтобы меньше зависеть от ситуации на мировом рынке нефти, которая определяется большим количеством различных факторов и отличается крайней нестабильностью. Кроме того, ожидается, что в будущем в энергобалансе Королевства будут преобладать возобновляемые источники энергии. Страна планирует инвестировать крупные средства в ВИЭ, ядерную энергетику и другие виды энергии, альтернативные углеводородным ресурсам [3–4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодный статистический сборник *British Petroleum 2021* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения 16.03.2022).

2. Характеристики основных сортов нефти Саудовской Аравии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://studopedia.net/5_12576_

harakteristiki-osnovnih-sortov-nefti-saudovskoyaravii.html (дата обращения 16.03.2022).

3. Энергетическая стратегия Саудовской Аравии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://live-energo.ru/articles/11738> (дата обращения 21.03.2022).

4. Проблемы и перспективы развития энергетического комплекса Саудовской Аравии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://finance.rambler.ru/economics/43836363-ekspert-nazval-glavnuyu-tsel-neftyanoj-borby-rossii-i-saudovskoy-aravii/> (дата обращения 21.03.2022).

A. A. Davletbaeva, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

DEVELOPMENT OF SAUDI ARABIA'S OIL AND GAS INDUSTRY

А. С. Дунская, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Increasing energy efficiency and energy saving are priority areas in the development of the gas industry in Russia. The article gives a description of the domestic gas air coolers of the old and new generations installed at the compressor stations of the main gas pipelines, and compares the indicators for their energy consumption.

В настоящее время природный газ находится на третьем месте в структуре мирового энергобаланса с долей 24,7 % после нефти (31,2 %) и угля (27,2 %). Россия занимает первое место в мире по запасам газа (19,9 %) и второе место по его добыче (16,6 %) после США (23,7 %) [1]. Развитие газовой отрасли в стране имеет важное значение для обеспечения национальной энергетической безопасности и в качестве одного из источников формирования государственного бюджета от его экспорта.

Совершенствование технологий по снижению текущих затрат на всех операциях при добыче и транспортировке газа повышает экономическую эффективность деятельности субъектов хозяйствования отрасли. Энергосбережение – одна из приоритетных задач в этой сфере. Система охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях позволяет уменьшить энергоемкость магистральных газопроводов. В последние годы доля работающих отечественных АВО увеличилась с 68 % в 2013 году до 75 % в 2019 году. Доля импортных АВО в поставках нового оборудования в 2019 году составляла всего лишь 3 % [2]. С учетом прогнозов развития газовой отрасли потребность в этом оборудовании с годами будет увеличиваться. Поэтому появление АВО нового поколения российских производителей позволит снизить энергопотребление и избежать зависимости от импорта.

В данной работе приведен обзор аппаратов воздушного охлаждения газа, представленных в системе газоснабжения в настоящее время в России, и сравнение показателей их энергоэффективности и энергопотребления.

Основным видом энергии, используемой в системе газоснабжения, является электрическая энергия. Это связано с тем, что при переработке, транспортировке, хранении и распределении природного газа используется различное промышленное оборудование, оснащенное электродвигателями.

В качестве рассматриваемой операции в системе газоснабжения было выбрано транспортирование газа. Исследование проводилось на примере АВО газа отечественного производства – промышленного агрегата, который предназначен для охлаждения газа в технологических процессах газовой промышленности [3].

На российских компрессорных станциях магистральных газопроводов более 80 % установленных АВО представлены отечественными аппаратами типа 2АВГ-75 и аппаратами зарубежного производства *Nuovo Pignone*. Среди АВО нового поколения российских производителей [4–6] можно выделить аппарат АВГ-85МГ, разработанный ЗАО «Гидроаэроцентр». В таблице 1 приведены паспортные характеристики фактически используемого оборудования и оборудования нового поколения с представлением наиболее значимых показателей для ознакомления и дальнейшего анализа.

Таблица 1

Паспортные характеристики аппаратов воздушного охлаждения газа [7]

Наименование показателя	Единица измерения	Тип аппарата (страна изготовитель)		
		2АВГ-75 (Россия)	<i>Nuovo Pignone</i> (Италия)	АВГ-85МГ (Россия)
Рабочее давление	МПа	7,36	7,36	8,34
Число труб в секции/в аппарате	-	180/540	210/420	249/498
Число вентиляторов	-	2	2	6
Диаметр колеса вентилятора	м	5	-	2,7
Мощность электродвигателя	кВт	37	30	6

Для оценки эксплуатации АВО газа использованы средние показатели при нормальных условиях работы и температуре окружающей среды, равной 0°С. Эксплуатационные характеристики магистрального газопровода приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели работы АВО газа [8]

АВО	Потребляемая мощность, кВт	Температура газа, °С		Атмосферное давление, мм рт. ст.	Плотность газа при н. у., кг/см ³
		на входе АВО	на выходе АВО		
2АВГ-75	37	30	15	760	0,684
АВГ-85МГ	6	30	15	760	0,684

По данным таблиц 1 и 2 проведены расчеты и сделаны выводы по эффективности работы и энергопотреблению двух отечественных аппаратов. Рабочее давление переведено из измерительных единиц МПа в кгс/см². При сравнении рабочего давления в АВО 2АВГ-75, равном 75,05 кгс/см², и в АВГ-85МГ – 85,04 кгс/см² можно сделать вывод, что энергоэффективность оборудования нового поколения выше, несмотря на то, что мощность электродвигателя в АВГ-85МГ ниже в 6,1 раза.

Такое преимущество обусловлено конструктивными особенностями АВГ-85МГ. В отличие от аппарата старого образца, состоящего из трех секций, в которых каждая из секций насчитывает 180 труб, аппарат нового поколения поделён на две секции по 249 труб. Из этого следует, что охлаждение газа происходит быстрее, т. к. одна секция имеет большее количество труб. Увеличение количества вентиляторов в три раза по сравнению с 2АВГ-75 также способствует более интенсивной работе системы охлаждения.

Основным показателем для определения энергопотребления являются затраты электроэнергии на охлаждение газа.

При непрерывной работе одного аппарата воздушного охлаждения газа эти значения рассчитываются по формуле [8]:

$$A_э = K_p \times N_B \times T_B,$$

где $A_э$ – затраты электроэнергии на охлаждение газа, МВт·ч; K_p – количество работающих вентиляторов на всех АВО; N_B – мощность, потребляемая одним электродвигателем, вращающим вентилятор, кВт; T_B – время работы вентиляторов, ч.

Расчеты показали снижение энергопотребления для нового АВО газа на 26 %. Для 2АВГ-75 затраты на электроэнергию в сутки составили 1,176 МВт·ч, для АВГ-85МГ – 0,864 МВт·ч.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование оборудования нового поколения АВГ-85МГ позволяет значительно сократить производственные издержки в процессе транспортировки природного газа за счет обеспечения наиболее эффективной системы его охлаждения на компрессорных станциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Statistical Review of World Energy 2021 / 70th edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 27.03.2021).

2. Исследование рынка аппаратов воздушного охлаждения для нефтегазовой отрасли: серьезных потрясений не ожидается [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.megaresearch.ru/news_in/issledovanie-rynka-apparatov-vozdushnogo-ohlazhdeniya-dlya-neftegazovoy-otrasli-sereznyh-potryaseniy-ne-ozhidaetsya-156 (дата обращения: 27.03.2021).

3. Системы охлаждения транспортируемого газа на компрессорных станциях // Info KS. – техническое обучение персонала на компрессорных станциях газотранспортных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим

доступа : <https://infoks.ru/produkty/tekhnicheskaya-ucheba-material/63-sistemy-okhlazhdeniya-transportiruемого-gaza-na-kompressornykh-stantsiyakh> (дата обращения: 27.03.2022).

4. Калинин, А. Ф. Оценка эффективности эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения газа нового поколения // Территория нефтегаз. – 2018. – № 9. – С. 74–80.

5. Авдеев, Р. Г. Шафиков, Р. Р., Шарипов, М. И., Авдеев Э. Р. Повышение энергоэффективности аппаратов воздушного охлаждения нефтегазовой отрасли совершенствованием методов проектирования и изготовления // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2008. – № 4. – С. 127– 132.

6. Хворов, Г. А. Юмашев, М. В., Маланичев, В. А. Анализ энергосберегающих технологий охлаждения газа на основе аппаратов воздушного охлаждения в транспорте газа ПАО «Газпром» // Научный журнал российского газового общества. – 2016. – № 3. – С. 32–37.

7. Технические характеристики аппаратов воздушного охлаждения 2АВГ-75 для природного газа // ТД САРРЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://tdsarrz.ru/produktsiya/apparaty_vozdushnogo_okhlazhdeniya_avo/apparat_vozdushnogo_okhlazhdeniya_2avg-75_2avg-100.html (дата обращения: 28.03.2022).

8. Сендеров, О. А. Оценивание параметров и метрологическая аттестация математической модели аппарата воздушного охлаждения газа / О. А. Сендеров // Радиоэлектроника и информатика. – 2005. – С. 140–144.

Dunskaya A. S., Teslyuk L. M.
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ENERGY SAVING IN THE GAS SUPPLY SYSTEMS THROUGH THE
INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES**

П. И. Ефремов, И. А. Шихов, А. Ю. Коняев,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУКЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

The article discusses the issues of recycling non-ferrous metals recovered from mixed solid waste production and consumption. It is shown that in order to obtain high-quality alloys, it is necessary to sort the scrap metal by types and groups of alloys.

Развитие предприятий по переработке твердых отходов производства и потребления идет по пути разделения отходов на фракции с последующим использованием утилизируемых фракций материалов (металлы, бумага, стекло, пластмассы и др.) в качестве вторичного сырья [1–2]. В смешанных твердых отходах наиболее ценными утилизируемыми фракциями являются цветные металлы [2]. Наиболее велико содержание цветных металлов в таких видах отходов, как лом электротехнических и электронных изделий, кабельный лом и др. В связи с увеличением доли алюминия в массе автомобилей (прогнозируется ее рост к 2025–2030 году до 30–40 % [3]) будет возрастать содержание алюминия в многотоннажном автомобильном ломе. С учетом этого необходимым звеном переработки твердых отходов становится извлечение из них цветных металлов. Как правило, первым этапом переработки указанных видов отходов является дробление, необходимое для раскрытия материалов. На следующем этапе используется магнитная сепарация, позволяющая удалить из смеси материалов черные металлы. В оставшемся потоке немагнитных материалов содержатся частицы цветных металлов и частицы неметаллов (изоляционные материалы, пластмассы, дерево, резина, стекло и т. п.).

Для извлечения из потоков неметаллов включений цветных металлов чаще всего используется электродинамическая сепарация [4–5]. Однако, получаемый при этом коллективный концентрат цветных металлов является низкокачественным металлургическим сырьем, поскольку содержит неконтролируемое количество разных металлов и сплавов.

Возникает потребность в сортировке лома цветных металлов, извлекаемого из отходов. Такая же задача сортировки лома цветных металлов актуальна при подготовке металлолома к металлургическому переделу на предприятиях вторичной цветной металлургии [5–6]. Возможности использования для решения такой технологической задачи электродинамических сепараторов рассматриваются в данной статье.

Работа электродинамических сепараторов основана на взаимодействии переменного магнитного поля с токами, наводимыми этим полем в частицах металла. Возникающее при этом электромагнитное усилие, зависящее, в первую очередь, от удельной электропроводности металлов и сплавов, заставляет частицы извлекаться из потока отходов. Ускорение, приобретаемое частицами металла, определяется не только электромагнитным усилием $F_{эм}$, но и массой частицы m . Поэтому для оценки возможности сортировки металлов и сплавов целесообразно использовать такой показатель, как удельное электромагнитное усилие $F_m = F_{эм}/m$ [Н/кг или м/с²] (отношение пускового электромагнитного усилия к массе извлекаемой частицы).

На рисунке 1 показаны зависимости удельного электромагнитного усилия F_m от крупности металлических частиц b , рассчитанные для некоторых сплавов, встречающихся в дробленом электротехническом или электронном ломе (деформируемый сплав алюминия АД31, литейный сплав алюминия АК12, сплав меди Л90). Расчеты выполнены для одного из опытно-промышленных сепараторов на основе трехфазных линейных индукторов, разработанных в УрФУ и предназначенных для обработки дробленого электронного лома [7].

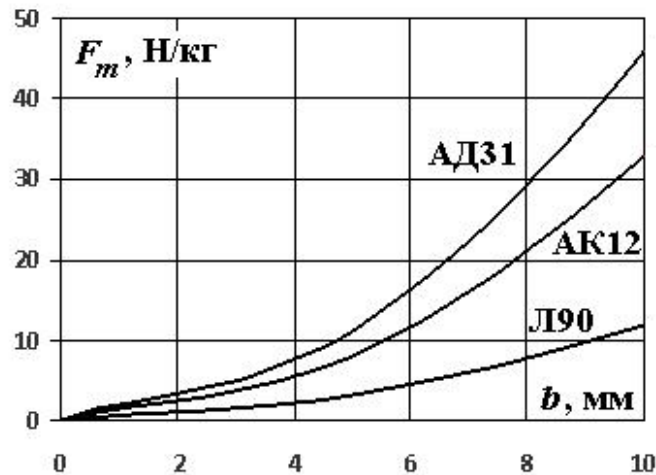


Рис. 1. Зависимости удельного электромагнитного усилия от крупности частиц

На рисунке 1 видно существенное различие удельных электромагнитных усилий (и ускорений частиц) для разных сплавов. Этим обеспечивается формирование разных траекторий движения частиц и селективный сбор их в различные приемники. Для оценки селективности разделения сплавов на первом этапе можно ввести коэффициент селективности $k_{\text{сел}}$, определяемый отношением удельных электромагнитных усилий соответствующих пар сплавов. Например, при одинаковой крупности частиц для первого и второго сплавов получаем $k_{\text{сел}_2} = 1,39$, для первого и третьего – $k_{\text{сел}_3} = 3,83$.

Подобные коэффициенты характеризуют контрастность физических свойств разделяемых сплавов и определяемое ей различие в траекториях движения частиц. В то же время имеющийся запас в различии свойств сплавов может оказаться недостаточным, поскольку в реальном производстве существует ряд факторов, снижающих селективность разделения сплавов. К таким факторам относится, например, наличие в потоке отходов частиц крупности. Например, на рис. 1 видно, что частицы сплава АД31 при крупности 8 мм не смогут отделяться от частиц сплава АК12 крупностью 10 мм. К снижению селективности разделения сплавов приводят также различия в форме частиц и ориентации их в магнитном поле.

С учетом сказанного исследования авторов направлены на поиск путей повышения селективности сепарации.

На кафедре «Электротехника» УрФУ разработан и создан электродинамический сепаратор для индукционной сортировки сплавов цветных металлов. Основу сепаратора составляет двухсторонний линейный индуктор, в рабочий зазор которого по наклонной плоскости подаются сепарируемые материалы. Частицы лома подаются из питателя в верхней части плоскости и движутся вдоль линии подачи. В процессе сепарации частицы приобретают разные траектории и собираются в нижней части плоскости в разные приемники.

В ходе экспериментальных исследований установки показано, что одним из простых способов повышения селективности разделения сепарируемых сплавов является увеличение размера плоскости между индуктором и приемниками продуктов разделения. Сказанное иллюстрируется зависимостями, показанными на рисунке 2 (B – отклонение частиц от линии подачи, L_{Π} – расстояние от края индуктора до приемников). В данных экспериментах использовались частицы алюминиевых сплавов с размерами $20 \times 20 \times 3$ мм.

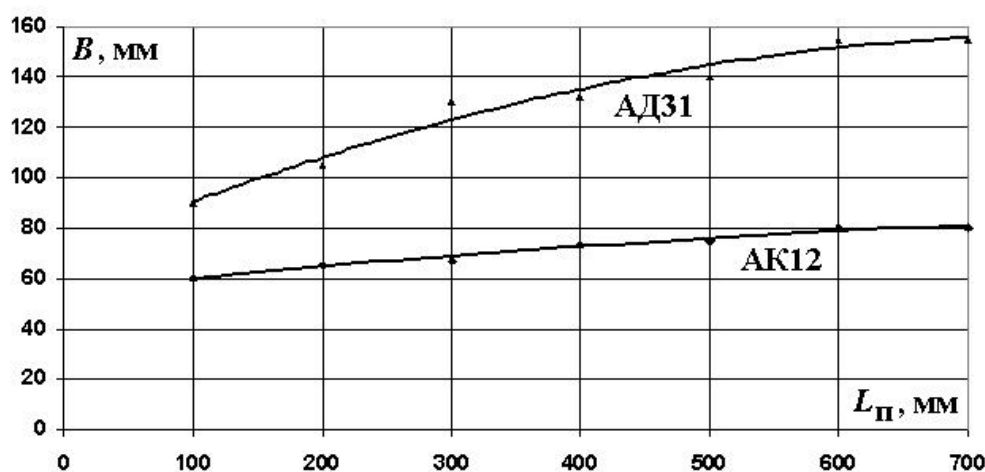


Рис. 2. Отклонения частиц разных сплавов алюминия от линии подачи в зависимости от размера плоскости подачи за индуктором

В рассматриваемом случае реальную селективность разделения сплавов можно оценивать по полученным отклонениям частиц от линии подачи. По данным эксперимента получаем для размера плоскости $L_{\Pi} = 100$ мм, $k_{\text{сел}} = 1,50$, а для размера $L_{\Pi} = 600$ мм, $k_{\text{сел}} = 1,94$.

Таким образом, выполненный анализ показывает, что для улучшения качества вторичных цветных металлов и сплавов, получаемых при переработке твердых отходов целесообразна сортировка по видам и маркам сплавов. Для такой сортировки можно использовать электродинамические сепараторы на основе трехфазных линейных индукторов.

Исследования показывают, что селективность разделения металлов и сплавов зависит от многих факторов, влияние которых на эффективность сортировки требует дополнительного изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. (утв. Распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114/ (дата обращения: 28.03.2022).
2. Шубов, Л. Я. Технология отходов / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник. – М.: Альфа-М, Инфра-М, 2011. – 352 с.
3. Modaresi, R., Lovik, N., Muller, D. B. Component- and alloy-specific modeling for evaluating aluminium recycling strategies for vehicles // *Journal of Metals*. – 2014. – Vol. 66, Issue 11. – P. 2262–2271.
4. Wilson, R. J., Veasey, T. J., Squires, D. M. Application of mineral processing techniques for the recovery of metal from post-consumer wastes // *Minerals Engineering*. – 1994. – № 7. – P. 975–984.
5. Колобов, Г. А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов / Г. А. Колобов, В. Н. Бредихин, В. М. Чернобаев. – М.: Metallurgy, 1993. – 288 с.
6. Коняев, А. Ю., Коняев, И. А., Назаров, С. Л. Применение электродинамических сепараторов в технологиях вторичной цветной металлургии // *Цветные металлы*. – 2012. – № 11. – С. 22–26.

7. Воскобойников, В. В., Дистанов, А. А., Коняев, А. Ю., Назаров С. Л. , Якушев Н. С. Переработка электронного лома: применение электродинамических сепараторов // Твёрдые бытовые отходы. – 2014. – № 2. – С. 26–30.

P. I. Efremov, I. A. Shikhov, A. Yu. Konyaev,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**INCREASING THE EFFICIENCY OF INDUCTION SORTING
METAL-CONTAINING SOLID WASTE**

О. С. Залыгина, В. И. Чепрасова, В. М. Кононович,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Республика Беларусь*

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

The possibility of obtaining ceramic bricks using sewage sludge from galvanic production is considered. The phase composition and structure of prototypes obtained with the addition of waste were studied. It is shown that an increase in the content of waste in the composition of the mass leads to an increase in the porosity of the prototypes and a decrease in their density.

В настоящее время промышленность силикатных стройматериалов является такой отраслью, которая использует или может использовать отходы других производств для получения различной продукции. Одним из самых востребованных строительных материалов является керамический кирпич, который используется не только для строительства новых современных зданий, но и в реставрационных работах, где очень важно правильно подобрать цвет и текстуру кирпича.

При производстве керамического кирпича в качестве сырьевых добавок часто используются различные отходы производства органического и неорганического происхождения, в т. ч. древесные опилки, скоп, золошлаковые отходы тепловых электростанций, отходы углеобогащения, производства минеральной ваты, отходы гальванического производства и др. [1, 2].

Использование отходов для получения товарной продукции целесообразно с экономической точки зрения, поскольку позволяет экономить природное сырье и предотвращать уплату налога за размещение отходов, а также с экологической точки зрения, т. к. исключает загрязнение окружающей среды отходами, которые в данном случае выполняют роль вторичного техногенного сырья.

В данной работе для получения керамического кирпича использовали глину Гайдуковского месторождения и осадок сточных вод гальванического производства (ОСВГП) одного из предприятий Республики Беларусь, который

представляет собой продукт реагентной очистки промывных сточных вод гальванического производства.

Глина Гайдуковского месторождения характеризуется следующим составом, масс. %: SiO_2 – 55,88; Al_2O_3 – 13,8; TiO_2 – 0,48; Fe_2O_3 – 4,49; CaO – 8,16; MgO – 2,62; Na_2O – 0,84; K_2O – 3,75; потери при прокаливании – 10,05 [3]. Осадок сточных вод гальванического производства представляет собой многокомпонентный отход переменного состава и в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, является опасным отходом третьего класса опасности.

Для определения элементного и фазового состава осадка сточных вод гальванического производства использовались электронная сканирующая микроскопия (сканирующий электронный микроскоп *JSM-5610 LV* с системой электронно-зондового энергодисперсионного химического анализа *EDXJED-2201*) и рентгонофазовый анализ (рентгеновский дифрактометр *D8 Advance Bruker AXS* с сцинтилляционным счетчиком). Элементный состав отхода представлен в таблице.

Таблица

Элементный состав исследуемого осадка сточных вод гальванического производства

Элемент	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	Ca	Cr	Fe	Zn	Ni
Содержание, масс. %	3,03	29,54	1,46	0,21	0,41	0,65	5,80	1,07	2,52	44,38	6,86	4,07

Как видно из таблицы, в исследуемом осадке содержится около 45 масс. % железа, а также около 7 масс. % цинка и 4 масс. % никеля.

Установить фазовый состав осадка не удалось, поскольку, как свидетельствует рентгенограмма, он является рентгеноаморфным.

При изготовлении керамического кирпича осадок сточных вод гальванического производства вводили в количестве 5, 10, 15, 20 и 25 масс. % по сухому веществу. Формование изделий осуществлялось пластическим методом.

Полученный кирпич-сырец высушивали при температуре 105 °С в течение 6 часов. Обжиг полученных изделий осуществляли в электрической печи при температуре 1000 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение одного часа.

Исследование микроструктуры керамического кирпича (рис. 1) показало, что материал содержит поры различного размера и формы, структура между порами плотная. Увеличение содержания осадка сточных вод гальванического производства в составе приводит к увеличению пористости керамического кирпича и снижению его плотности. При этом в структуре образцов, полученных с использованием отхода в количестве 25 масс. %, присутствуют крупные щелевидные поры размером более 100 мкм.



Рис. 1. Микроструктура образцов керамического кирпича

Согласно данным рентгенофазового анализа фазовый состав керамического кирпича без добавления отхода представлен следующими соединениями: анортит $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, диопсид $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ и кварц SiO_2 (рис. 2, рентгенограмма 1). На рентгенограммах образцов, полученных с использованием осадков сточных вод гальванического производства, кроме указанных соединений наблюдаются характеристические пики, соответствующие α -модификации гематита Fe_2O_3 (рис. 2, рентгенограмма 2). При этом при увеличении содержания отхода интенсивность этих пиков повышается, а интенсивность пиков, соответствующих кварцу, анортиту и диопсиду, снижается (рис. 3).

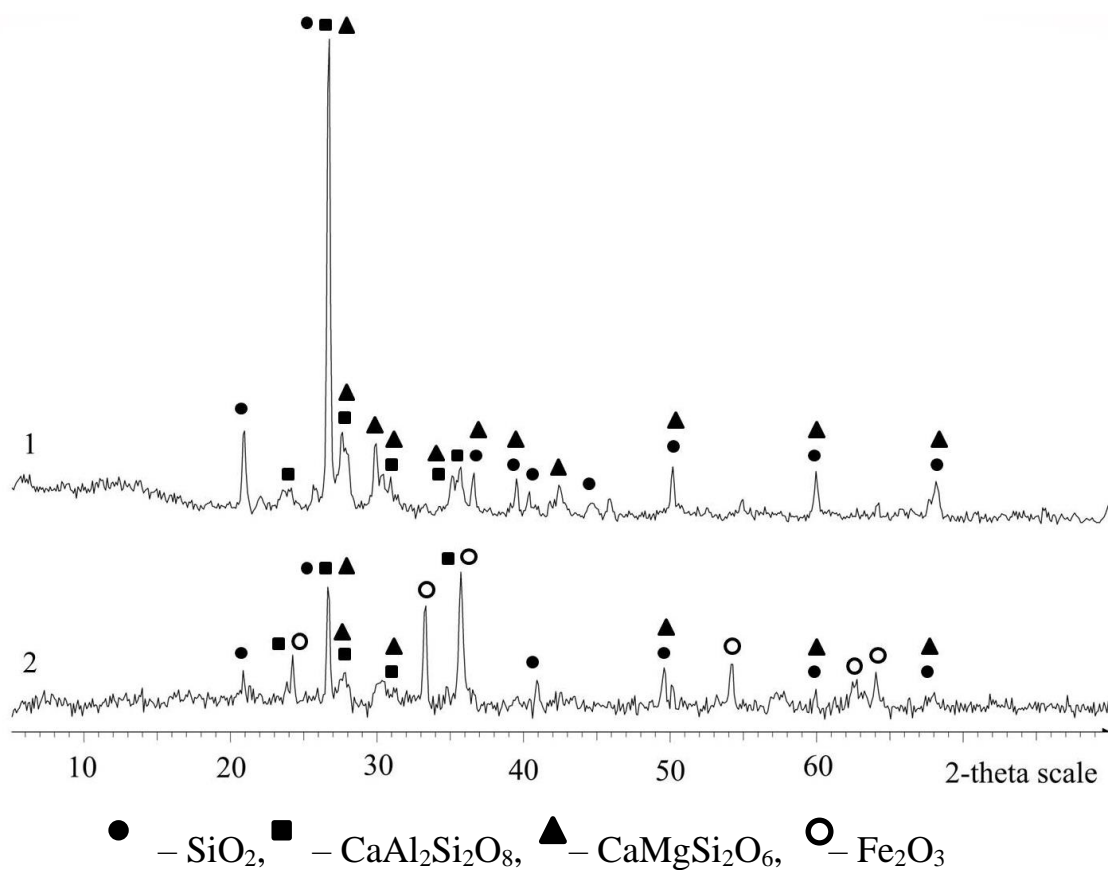


Рис. 2. Рентгенограммы образцов керамического кирпича: 1 – без добавления отхода; 2 – содержащий 15 масс. % осадка сточных вод гальванического производства

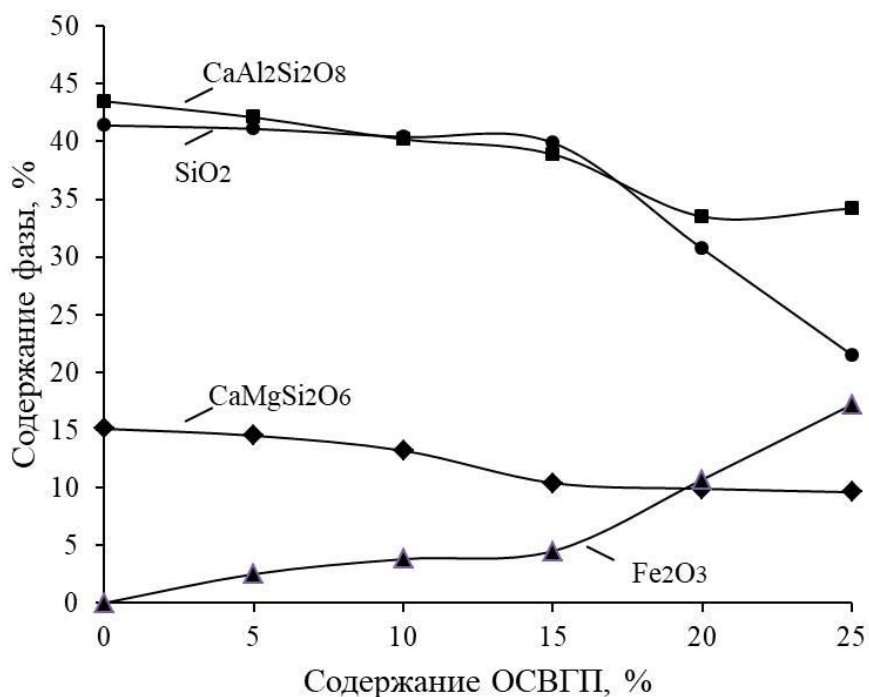


Рис. 3. Влияние содержания осадка сточных вод гальванического производства на фазовый состав образцов керамического кирпича

Увеличение содержания гематита Fe_2O_3 , обладающего хромофорными свойствами, приводит к получению керамического кирпича с более насыщенной красно-коричневой окраской. Таким образом, использование осадка сточных вод гальванического производства, характеризующегося повышенным содержанием железа, при производстве керамического кирпича позволит получить объемно-окрашенные изделия красно-коричневых оттенков без применения дорогостоящих пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shakir, A. A. [et al.] Development of bricks from waste material: A review paper // Australian Journal of basic and applied sciences. – 2013. – Т. 7. – №. 8. – С. 812–818.

2. Марцуль, В. Н. и др. Некоторые направления использования отходов гальванического производства // Труды БГТУ: Химия и технология неорганических веществ. – 2012. – № 3. – С. 70–75.

3. Левицкий, И. А. Легкоплавкие глазури для облицовочной и бытовой керамики: [монография] / И. А. Левицкий. – Минск: БГТУ, 1999. – 394 с.

V. S. Zalyhina, V. I. Cheprasova, V. M. Kononovich,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

PHASE COMPOSITION AND STRUCTURE OF CERAMIC BRICK PRODUCED WITH THE USE OF WASTE WATER SLUDGE OF GALVANIC PRODUCTION

А. О. Ильинская, И. Ю. Каменский, И. А. Коняев,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

The article discusses the problems of collecting and processing secondary aluminum. The research results of eddy-current separator for the recovery aluminium from waste are given.

Алюминий является одним из наиболее распространенных элементов в природе и занимает первое место среди металлов. Благодаря своим физико-химическим и технологическим свойствам алюминий и его сплавы широко применяются в транспортном машиностроении, в электротехнике, в строительстве, в производстве упаковочных материалов и т. д. [1]. Повышенный спрос на алюминий обуславливает постоянный рост его производства, что иллюстрируется диаграммой на рисунке 1, полученной при анализе данных из разных источников [1–3].

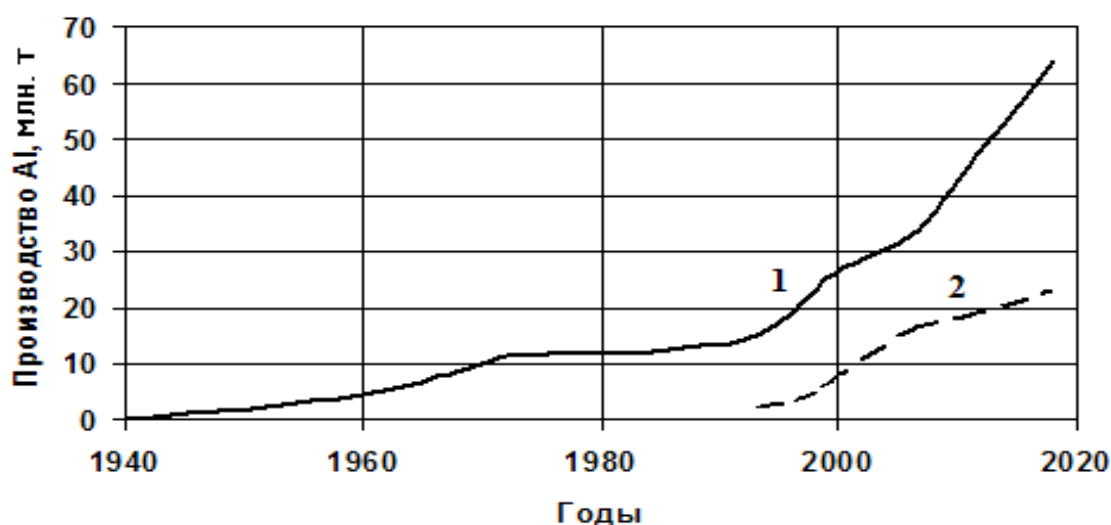


Рис. 1. Рост мирового производства алюминия: первичного (1) и вторичного (2)

Производство алюминия из минерального сырья является одним из самых энергоемких. К этому следует добавить возрастающие расходы на добычу и транспортировку сырья, поступления в биосферу загрязняющих веществ как при разработке месторождений, так и при металлургических процессах. На производство алюминия из вторичного сырья тратится в 20 раз меньше энергии,

чем на производство первичного алюминия, и существенно снижаются выбросы загрязняющих веществ в биосферу. Благодаря таким преимуществам производство вторичного алюминия постоянно увеличивается (кривая 2 на рис. 1) и составляет в настоящее время около 30 % от суммарного производства металла [2]. Однако рост объемов производства вторичного алюминия обуславливает ряд проблем, главные из которых сосредоточены на стадии сбора и дометаллургической подготовки алюминиевого лома [2–3].

Первая проблема связана с тем, что более 40 % вторичного сырья алюминия составляет амортизационный алюминиевый лом, который наряду с другими металлами попадает в смешанные твердые отходы (отработанные упаковочные материалы, товары народного потребления и др.), либо содержится в составе выведенных из эксплуатации транспортных средств (самолеты, автомобили и др.), электротехнических и радиотехнических изделий. В этих случаях возникает необходимость извлечения металлов из потока смешанных отходов. Для извлечения лома черных металлов применяется магнитная сепарация. Для отделения от неметаллов цветных металлов используется ручной труд, либо электродинамическая сепарация [4]. Эффективность ручной сортировки отходов невелика. Например, при ручной сортировке твердых коммунальных отходов извлекается только 30–35 % материалов утилизируемых фракций, в т. ч. не более 20 % цветных металлов [5], поэтому электродинамическая сепарация при сборе цветных металлов предпочтительна.

Вторая проблема заключается в том, что при плавке несортированного алюминиевого лома получают низкосортные сплавы алюминия, которые рассматриваются как подготовительные (по зарубежной терминологии – базовые). В нашей стране в 2018 году в структуре производства вторичного алюминия преобладали базовые сплавы (38 %) и литейные сплавы (19%) [2]. Это объясняется присутствием в металлоломе сплавов, существенно отличающихся по легирующим добавкам. Указанная проблема связана с отсутствием технологий и оборудования для механизированной сортировки металлолома. Одним из вариантов решения этой проблемы является использование на стадии

дометаллургической подготовки лома индукционной сортировки с применением электродинамических сепараторов.

Проиллюстрируем указанные проблемы на примере утилизации автомобильного лома. Технологии утилизации выведенных из эксплуатации транспортных средств предполагают дробление автомобилей на шредерных установках для уменьшения размеров и раскрытия материалов. После дробления материалы разделяются по крупности путем грохочения. Крупные фракции после магнитной сепарации направляются на ручную сортировку, где цветные металлы идентифицируются с помощью металлоанализаторов. Мелкие фракции поступают на механизированную обработку, в ходе которой с применением пневмосепарации из смеси материалов извлекаются легкие частицы ткани, резины, некоторых видов пластиков. Затем после магнитной сепарации применяется тяжелосредняя или электродинамическая сепарации для отделения цветных металлов от неметаллов. Полученный концентрат металлов направляется на металлургические предприятия в качестве вторичного сырья.

Подобная технологическая схема переработки автомобильного лома применяется на большинстве шредерных заводов [6]. При указанном подходе получается коллективный концентрат алюминиевых сплавов с примесями магниевых, цинковых и медных сплавов, применяемых в автомобилестроении. Из такого сырья получают вторичные литейные сплавы алюминия, возвращаемые для производства отливок для автомобилей.

В настоящее время в автомобилестроении существует устойчивая тенденция к снижению массы автомобилей за счет увеличению доли алюминия в его конструкции. Если в автомобилях, выпущенных в начале 2000-х годов, доля алюминия в массе автомобиля составляла 6–10 %, то в последние годы эта цифра выросла до 20 % и прогнозируется ее рост до 30–40 % [7]. При этом увеличение доли алюминия происходит за счет применения деталей из деформируемых алюминиевых сплавов. Та же тенденция увеличения доли деформируемых сплавов, к химическому составу которых предъявляются значительно более жесткие требования, наблюдается в области применения алюминия в целом

[3, 7]. Увеличение массы алюминия в утилизируемых автомобилях приводит к тому, что получаемое на шредерных заводах вторичное сырье становится избыточным для производства отливок для автомобилестроения, а для других применений получаемые вторичные сплавы непригодны.

Из сказанного следует, что необходимо совершенствование технологий извлечения цветных металлов из смешанных отходов в направлении селективного сбора металлов. В случае утилизации автомобильного лома необходима сортировка по видам и маркам сплавов (в частности, отделение от алюминия цинковых, медных и магниевых сплавов).

Возможности индукционной сортировки цветных металлов с использованием электродинамических сепараторов исследуются на кафедре «Электротехника» УрФУ.

На рисунке 2 показаны результаты экспериментальных исследований, подтверждающие возможность разделения разных сплавов (L_0 – начальное удаление образцов от края индуктора). В опытах использованы образцы автомобильного лома: деформируемые алюминиевые сплавы (АД31) и цинковые сплавы (ЦАМ4-1) – с размерами частиц от 40 (сплошные линии) до 20 мм (пунктир). Для раздельного сбора разных металлов при $L_0 = 100$ мм достаточно расположить разделитель потока на расстоянии 100 мм от линии подачи.

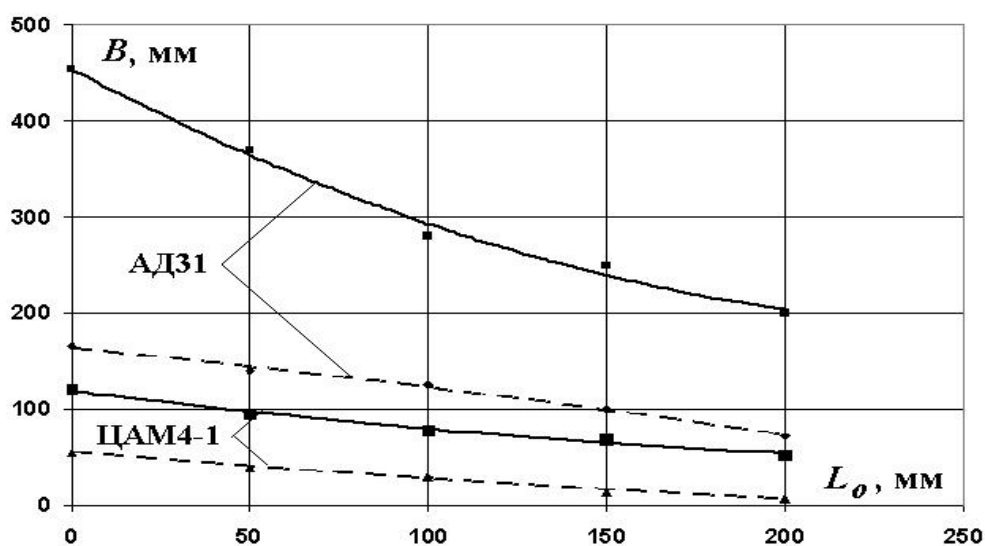


Рис. 2. Перемещения частиц сепарируемых сплавов в ходе сепарации

Таким образом, анализ показывает, что селективный сбор отходов алюминия обеспечивает возможность получения из вторичного сырья качественных сплавов. С учетом этого, для сбора и дометаллургической обработки лома цветных металлов рекомендуется электродинамическая сепарация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий, В. М. Алюминиевые сплавы (состав, свойства, технологии, применение) / В. М. Белецкий, Г. А. Кривов. – Киев: «Коминтех», 2005. – 365 с.
2. Макаров, Г. С. Современные проблемы и перспективы рециклинга алюминия в России // *Металлургия машиностроения*. – 2019. – № 2. – С. 28–33.
3. Arowosola, A. A., Gaustad, G., Brooks, L. Aluminum Alloys in Autobodies: Sources and Sinks // *JOP: Minerals, Metals and Materials Series*. – 2019. – Vol. 4. – P. 1381–1383. doi:10.1007/978-3-030-05864-7_171.
4. Патрик, А. А., Мурахин, Н. Н., Коняев, А. Ю. Устройства для электродинамической сепарации лома и отходов цветных металлов // *Промышленная энергетика*. – 2001. – № 6. – С. 16–19.
5. Ильиных, Г. В., Устьянцев, В. А., Вайсман, Я. И. Построение материального баланса линии ручной сортировки твердых бытовых отходов // *Экология и промышленность России*. – 2012. – № 1. – С. 22–25.
6. Sakai, S., Yoshida, H., Passarini F. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems // *Journal of Material Cycles and Waste Management*. – 2014. – Vol. 16, Issue 1. – P. 2–20. doi: 10.1007/s10163-013-0173-2.
7. Modaresi, R., Lovik, A. N., Muller, D. B. Component- and alloy-specific modeling for evaluating aluminium recycling strategies for vehicles // *Journal of Metals*. – 2014. – Vol. 66, Issue 11. – P. 2262–2271.

A. O. Plyinskaya, I. Yu. Kamensky, I. A. Konyaev,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROBLEMS OF ALUMINUM RECOVERY FROM SOLID WASTE

И. В. Мелихов,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛОПАТОК В ОСЕВОМ КОМПРЕССОРЕ

The article discusses the influence of the tension of the guide vanes in the compressor on its efficiency and weight and size characteristics. A method of pretensioning guide vanes is proposed. Based on the study, it was found that with the help of the proposed mechanism it is possible to increase the rigidity of the guide vanes, which makes it possible to reduce their thickness to improve aerodynamic characteristics, which makes it possible to increase the efficiency of the compressor.

В данной работе напряженно-деформированное (НДС) и вибрационное состояние преднатянутых направляющих лопаток [1] исследовалось на широко распространенной модельной ступени осевого компрессора К-50 [2].

Исследование НДС выполнялось в программе конечно-элементного моделирования [3–5]. Для построения модели использовалась тетраэдрическая, неструктурированная сетка. Размер ячеек – 1 мм; размер ячеек в галтели – 0,1 мм. Остальные параметры сетки были выбраны по умолчанию (рис. 1 (а)). Общее количество твердотельных элементов в модели – 616516, узлов – 366437. Для обеспечения натяжения лопаток был предложен следующий механизм: хвостовик лопатки фиксируется в паз корпуса, а посадка в бандажное кольцо производится с зазором и обеспечивает лопаткам необходимое пространство для растяжения. Регулировка натяга обеспечивается регулировкой положения затягивающей гайки. В качестве граничных условий заданы ограничения перемещения на бандажных полках. Регулировка натяга обеспечивается величиной растягивающей силы, приложенной к стержню (рис. 1 (б)).

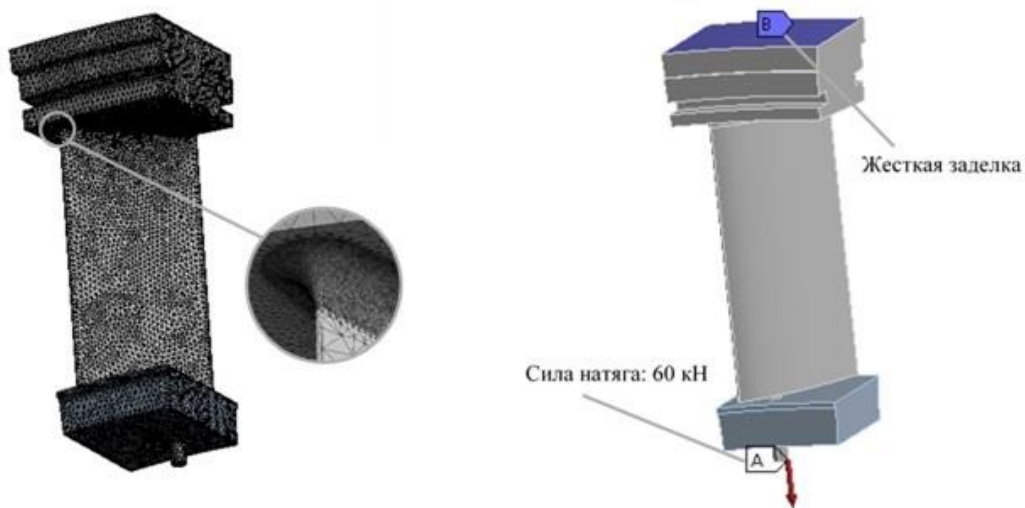


Рис. 1. Построение сетки конечных элементов (а) и задание граничных условий лопатки (б)

Известно, что минимальный коэффициент запаса для статорных лопаток турбомашин $n = 1,5$ [6]. Исходя из этого коэффициента была определена такая сила $F = 60$ кН, которая не вызывает разрушения лопатки, при этом напряжения составили $\sigma = 425$ МПа (при $\sigma_{\text{доп}} = 460$ МПа).

Из расчета получаем следующую картину полных деформаций и суммарных напряжений (рис. 2).

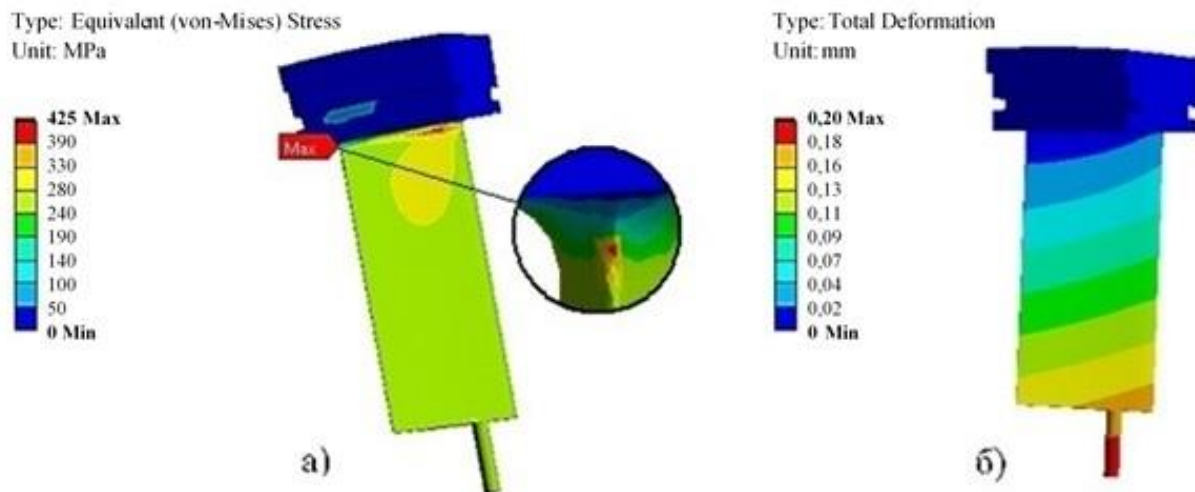


Рис. 2. Суммарные напряжения по Мизесу (а) и распределение полных деформаций (б)

Для оценки характера изменения ЧСК от силы натяга, приложенной к стержню лопатки, производятся расчеты частоты в диапазоне натяга от 0 до 60 кН.

Наибольшее влияние предварительное натяжение НЛ оказало на изгибные формы. Изменение ЧСК по первой форме колебаний $\Delta = 80\%$, по третьей $\Delta = 21\%$. По остальным формам колебаний ЧСК возрастает менее чем на 8% .

Таким образом, предварительное натяжение дает возможность повысить жесткость НЛ, а, следовательно, уменьшить их толщину для улучшения аэродинамических характеристик с сохранением вибрационно-частотных характеристик.

Для оценки минимальной толщины лопатки при сохранении ЧСК проведены модальные расчеты НЛ с максимальной толщиной профиля 5, 3 и 1 мм. В НЛ толщиной 1 мм предельно допустимые напряжения возникают при силе натяжения $F = 13$ кН, которая не вызывает ее разрушения. При такой силе натяжения ЧСК по первой изгибной форме составила 2500 Гц, что эквивалентно ЧСК лопатки толщиной 5 мм без предварительного натяжения. Таким образом, метод предварительного натяжения НЛ позволяет снизить толщину лопатки в 5 раз с сохранением ее ЧСК по первой форме (рис. 3).

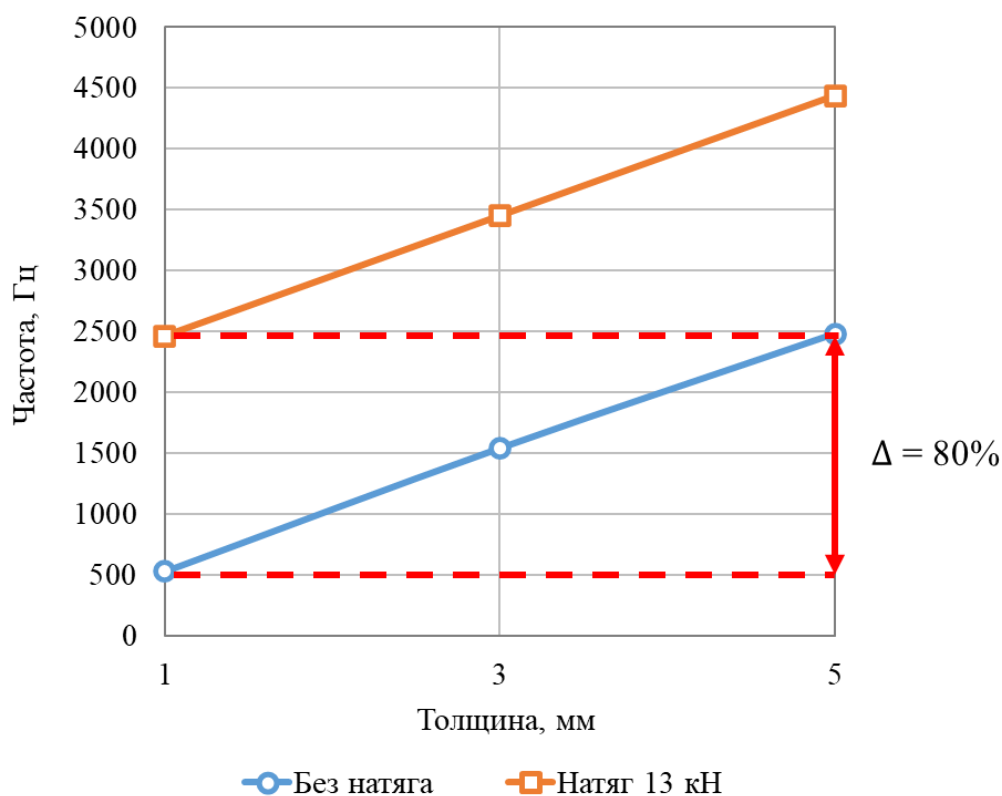


Рис. 3. Зависимость ЧСК с предварительным натяжением НЛ и без него от толщины ее профиля при колебаниях по первой изгибной форме

Снижение толщины лопатки позволяет снизить как металлоемкость статора, так и потери на выходных кромках, что приведет к повышению эффективности проточной части. Для оценки аэродинамики потока были проведены газодинамические расчеты лопаток с толщиной профиля 5 и 1 мм (рис. 4).

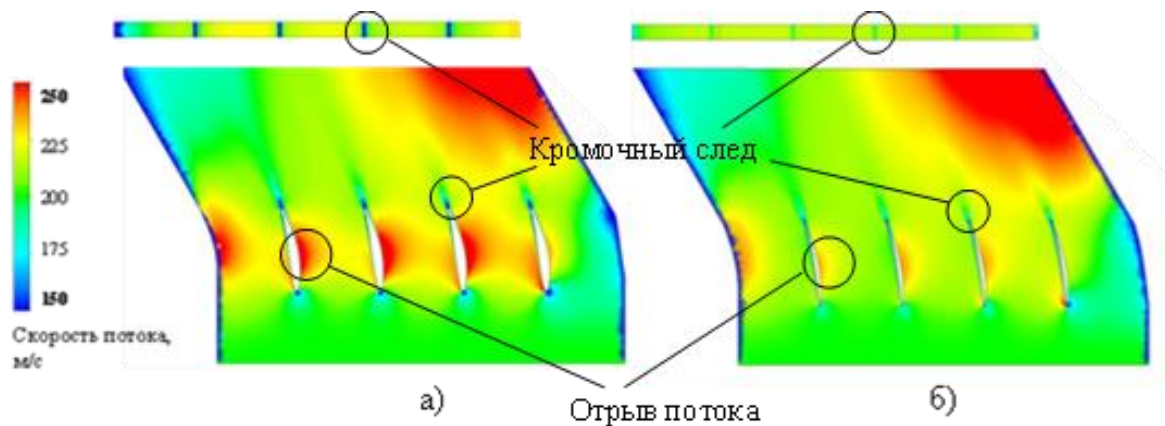


Рис. 4. Распределение скорости потока для каналов с лопатками 5 мм (а) и 1 мм (б)

Видно, что лопатки с толщиной 5 мм имеют более выраженный отрыв потока и кромочный след нежели лопатки толщиной 1 мм.

Для расчета потерь построены эпюры скорости (рис. 5).

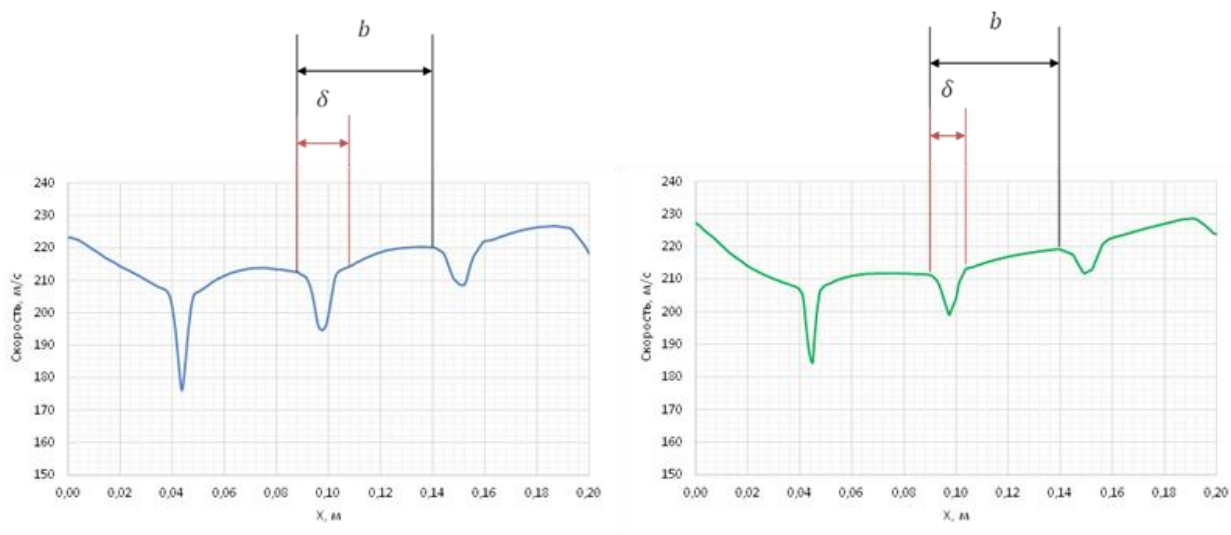


Рис. 5. Эпюры скорости потока для каналов с лопатками 5 мм (а) и 1 мм (б)

Потери в проточной части вычисляются как δ/b , таким образом для проточной части с лопатками толщиной 5 мм потери составили 0,38, а с толщиной 1 мм – 0,26. При этом КПД компрессора 96 % и 97 % соответственно.

Следовательно, с помощью метода предварительного натяжения возможно повысить КПД компрессора на 1 %, повысив тем самым его энергоэффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 592 с.
2. Левин, А. В. Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин / А. В. Левин, К. Н. Боришанский, Е. Д. Консон. - 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1981. – 710 с.
3. Мигулин, В. В. Основы теории колебаний / В. В. Мигулин, В. И. Медведев, В. Р. Мустель, В. Н. Парыгин. – М.: Наука, 1978.
4. Разработка, исследование и доводка ГТУ, компрессоров, нагнетателей и их элементов: сб. науч. тр. / НПО по исследованию и проектированию энер. оборудования им. И. И. Ползунова // Труды ЦКТИ. – 1990. – Вып. 270.
5. Седунин, В. А., Нусс, А. С., Серков С. А. Исследование прочностных характеристик лопаток осевого компрессора // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2016. – № 3. – С. 90–99.
6. Воробьев, Ю. С., Романенко, В. Н., Чугай, М. А. Развитие трехмерной постановки МКЭ для анализа НДС и вибрационных характеристик элементов турбомашин // Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем, а также элементов их конструкций. Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Севастополь: СевНТУ, 2008. – С. 17–25.

I. V. Melikhov,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

EVALUATION OF VIBRATION PROPERTIES OF PRELOADED GUIDE VANE IN AXIAL COMPRESSOR

Э. С. Пилипчук, Н. В. Дукмасова, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЗАХСТАНЕ

The purpose of this work is to analyze, identify problems and prospects for the development of the oil and gas complex of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan occupies the ninth place in the world in terms of occupied area, and is among the top ten largest states in the world. The oil and gas complex of Kazakhstan is huge, as the country has significant reserves of natural resources.

Нефть и газ – главное природное богатство республики Казахстан. Одним из приоритетных направлений деятельности страны является максимизация добычи нефти и газа, а так же реализация широкомасштабной программы прироста ресурсной базы.

По разведанным запасам углеводородного сырья Казахстан входит в первую десятку стран мира. Среди стран постсоветского пространства Казахстан является вторым после России по добычи нефти, а из стран мира – входит в первую тридцатку. Развитие нефтегазовой отрасли руководство Казахстана считает важнейшим фактором становления национальной экономики [1].

В таблице 1 приведены данные о потреблении энергетических ресурсов в стране за период с 2010 по 2020 годы. Из данных таблицы видно, что наибольшую долю в структуре потребления занимает уголь, на втором месте находится нефть, далее природный газ. За десять лет доля угля снизилась почти на 10 %, удельный вес нефти и природного газа увеличился: нефти – более чем на 5 %, газа – на 4 %. Доля гидроэнергии остается незначительной в силу природно-климатических условий. В последние годы стала развиваться альтернативная энергетика в стране.

Казахстан обладает достаточными запасами нефти и природного газа и является крупным экспортером этих энергоресурсов. Нефтяные компании в стране, которые занимаются разработкой месторождений и добычей нефти, представлены, как и казахстанскими, так и зарубежными предприятиями [1–3].

Таблица 1

Структура потребления энергетических ресурсов Казахстана, % *

Год	Уголь	Нефть	Природный газ	Гидро-энергия	ВИЭ	Итого
2010	62,50	18,75	15,18	3,57	–	100,00
2011	60,32	21,83	15,08	2,78	–	100,00
2012	59,62	22,26	15,47	2,64	–	100,00
2013	58,80	22,47	16,10	2,62	–	100,00
2014	56,78	22,71	17,58	2,93	–	100,00
2015	52,38	26,74	17,95	2,93	–	100,00
2016	52,01	25,27	18,68	4,03	–	100,00
2017	51,88	26,28	18,43	3,41	–	100,00
2018	52,63	25,08	19,50	2,79	–	100,00
2019	52,70	24,13	20,00	2,86	0,32	100,00
2020	52,73	24,12	19,29	2,89	0,96	100,00
Изменение 2020/2010, %	-9,77	5,37	4,11	-0,68	-	-0,96

*составлено авторами на основе данных [4]

Британская нефтегазовая компания оценила запасы нефти в Казахстане на уровне 30 млрд барр., или 3,9 млрд т, это соответствует 1,7 % мировых запасов. Запасы газа в Казахстане составили 2,3 трлн м³ (1,2 % мировых запасов) [4].

В Казахстане хорошо развито нефтеперерабатывающее производство. Страна полностью обеспечивает себя нефтепродуктами. В их структуре преобладает бензин и дизельное топливо (табл. 2).

Таблица 2

Структура производства нефтепродуктов в стране в 2018-2020 гг.*

Нефтепродукты	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	млн т	%	млн т.	%	млн т	%
Бензин	3,9	37	4,5	39	4,5	39
Дизельное	3,5	33	3,8	33	4,5	39
Мазут	2,1	20	2,3	20	2,1	18
Прочие	1,1	10	1,0	9	0,5	4
Итого	10,6	100	11,6	100	11,6	100

*составлено авторами на основе данных [4]

В таблицах 3 и 4 представлена структура экспортно-импортных поставок нефти, нефтепродуктов и природного газа Казахстана (КЗ) в 2019–2020 годы.

Таблица 3

Экспортно-импортные поставки нефти и нефтепродуктов в стране, млн. т*

Наименование	2019 год			2020 год			Изменение, %	
	КЗ	мир	доля, %	КЗ	мир	доля, %	по объемам	Доли
Импорт нефти	0,015	2265,6	0,001	0,007	2108,6	0,0003	46,667	0,000
Экспорт нефти	70,000	2265,6	3,090	70,000	2108,6	3,3197	100,000	0,230
Чистый экспорт нефти	69,985	0	–	69,993	0	–	–	–
Импорт нефтепродуктов	0,017	1191,5	0,001	–	1095,2	–	–	–
Экспорт нефтепродуктов	2,400	1191,5	0,201	23,900	1095,2	2,1822	996	995,632
Чистый экспорт нефтепродуктов	2,383	0	–	23,900	0	–	–	–

*составлено авторами на основе данных [4]

Таблица 4

Экспортно-импортные поставки природного газа, млн м³ *

Наименование	2019 год			2020 год			Изменение, %	
	КЗ	мир	доля, %	КЗ	мир	доля, %	по объемам	Доли
Экспорт магистрального газа	11,64	506,30	2,30	16,65	452,20	3,68	143	1,38
Экспорт сжиженного газа	3,04	483,80	0,63	3,12	487,90	0,64	103	0,01
Всего экспорт газа	14,68	990,10	1,48	19,77	940,10	2,10	135	0,62
Импорт магистрального газа	5,93	506,30	1,17	15,05	452,20	3,33	254	2,16
Импорт сжиженного газа	–	483,80	–	–	487,90	–	–	–
Всего импорт газа	5,93	990,10	0,60	15,05	940,10	1,60	254	1,00
Чистый экспорт (импорт) газа	8,75	0,00	–	4,72	0,00	–	54	–

*составлено авторами на основе данных [4]

В настоящее время около 80 % добываемой нефти и почти половину объема природного газа, извлеченного на своей территории, страна продает другим странам. Казахстан экспортирует природный газ в основном в соседние страны: на Украину, в Таджикистан, Турцию, Алжир, Россию, Китай, Кыргызстан, Афганистан и др.

От развития нефтетранспортной инфраструктуры зависит обеспечение энергетической безопасности страны. Транспортировку нефти и нефтепродуктов обеспечивает существующая инфраструктура. Транспортировка нефти представлена двумя направлениями – магистральными трубопроводами (осуществляется дочерней организацией АО «КазТрансОйл») и морским флотом (осуществляется дочерней организацией ТОО «НМСК «Казмортрансфлот»). Одним из приоритетных направлений экспортных поставок казахстанской нефти является проект «Каспийский Трубопроводный Консорциум».

Четко выраженный энергетический уклон содержится в стратегии развития Казахстана до 2030 года. В ней говорится о необходимости «...быстрого увеличения добычи и экспорта нефти и газа с целью получить доходы, которые будут способствовать устойчивому экономическому росту и улучшению жизни народа» [5].

В данной стратегии прослеживаются три направления.

Во-первых, привлечение к нефтегазовым проектам международных нефтяных монополий, крупных инвестиций и лучших мировых технологий.

Во-вторых, создание системы экспортных трубопроводов для транспортировки нефти и газа, для снижения транспортной и монопольной ценовой зависимости от одного потребителя.

В-третьих, усиление интереса стран мира к Казахстану как к поставщику топлива мирового значения.

Национальные компании активно участвуют в решении стратегических задач по развитию нефтегазовой отрасли. За счет активной инвестиционной политики правительство Казахстана хочет обеспечить подъем нефтегазовой

отрасли и создания в стране благоприятного инвестиционного климата для привлечения иностранных капиталов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jesse, Russell География Казахстана / Jesse Russell. – М.: VSD, 2019. – 885 с.
2. Гумилев, Л. Н. География этноса в исторический период / Л. Н. Гумилев. – М.: Наука, 2019. – 280 с.
3. Решетов, С. Г. Новейшая история Казахстана: 1985–2002 / С. Г. Решетов. – Алматы: Юрист, 2003. – 240 с.
4. BP: Statistical Review of World Energy, 2021 edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf/> (дата обращения: 25.11.2021).
5. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://stat.gov.kz/official/industry/> (дата обращения: 30.11.2021).

E. S. Pilipchuk, N. V. Dukmasova, L. M. Teslyuk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

MAIN DIRECTIONS OF OIL AND GAS INDUSTRY DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN

В. А. Снегирев, Т. М. Сабирова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИСЛЕДОВАНИЕ БИОЦЕНОЗА И СТРУКТУРЫ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

A microscopic (scanning electron microscope Tescan Vega 4 with an EDX Oxford Xplore 30 system (Tescan, Czech Republic)) study of bacterial cultures used in the process of laboratory bioleaching of scandium from ash and slag waste (ASW) of brown coal combustion was performed. It is shown that the main culture of the adapted biocenosis is the bacteria of the species *Acidithiobacillus ferrooxidans*. It has been established that in the process of bioleaching, ASW structuring occurs, which prevents the agglomeration of their particles.

Биовыщелачивание основано на способности живых микроорганизмов извлекать металлы из руд и различных отходов в раствор. Изначально биологическое выщелачивание применялось для окисления сульфидных составляющих сырья хемолитоавтотрофными бактериями [1]. Но в дальнейшем данные микроорганизмы стали использоваться и для извлечения металлов из материалов, не содержащих сульфиды, таких как электронный лом и отработанные катализаторы [2]. К их числу могут быть отнесены и золошлаковые отходы (ЗШО). Прирост и складирование этого вида отходов в РФ неуклонно растет, несмотря на расширение способов их использования. В связи с этим поиск наиболее целесообразных способов их переработки относится к числу актуальных.

Установлено, что ЗШО могут быть источником различных металлов. Это зависит от ряда факторов: типа (состава) исходного угля, температуры горения, технологии сжигания, соотношения воздух / топливо при сжигании и дисперсности частиц угля [3]. Описанные в литературных источниках способы извлечения металлов из ЗШО, как правило, включают ряд достаточно сложных технологических операций как подготовки (дробление, магнитная сепарация, рассев и/или флотация), так и создания и поддержания благоприятных условий для жизнедеятельности микробов.

Не менее трудоемким является и процесс последующего селективного извлечения целевого металла из раствора биовыщелачивания, т. к. в раствор

могут переходить практически все содержащиеся в ЗШО металлы. С учетом этого выбор ЗШО, как предмета для промышленной реализации биовыщелачивания металлов, должен быть экономически обоснован. Отсюда понятно, что наибольший интерес для исследований представляют ЗШО с высоким содержанием ценных дорогостоящих металлов, извлечение и сбыт которых позволит окупить затраты и получить прибыль. К числу таких металлов относятся редкоземельные элементы и скандий.

Скандий не образует самостоятельных месторождений. Обычно его извлекают попутно при добыче железа, алюминия, урана и редкоземельных элементов. Технология извлечения скандия очень затратная, что обуславливает его высокую стоимость. В связи с этим применение и спрос на скандий до настоящего времени остаются нестабильными, а объем его производства составляет лишь 10–15 т/год. Однако при условии создания доступа к сравнительно дешевому его ресурсу скандий можно отнести к металлу ближайшего будущего. Уникальность свойств позволяет использовать его в металлургии, микроэлектронике, медицине и альтернативной энергетике. Благодаря сочетанию жаропрочности, твердости, способности легировать алюминиевые сплавы скандий относят к стратегическим материалам, формирующим технологические возможности космической и оборонной мощностей. Общеизвестно присутствие скандия в каменном угле и в ЗШО, образующихся при его сжигании [3].

С учетом вышеизложенного в настоящей работе для проведения исследований по биовыщелачиванию РЗМ были использованы ЗШО от сжигания бурых углей, характеризующиеся достаточно высоким содержанием скандия – 75,11 г/т (~ 12 %). В связи с этим одной из основных задач исследования была подбор и формирование эффективного биоценоза для выщелачивания РЗМ, а также предварительная подготовка ЗШО.

Целью данного этапа работы была оценка сформированного в процессе экспериментов биоценоза и структуры проб ЗШО до и после биовыщелачивания путем микроскопирования.

В результате ранее проведенных исследований нами было установлено, что сформированный и адаптированный биоценоз на основе железокисляющих бактерий вида *Acidithrix ferrooxidans* обеспечивает ~ в 3 раза большую полноту выщелачивания скандия из ЗШО, по сравнению с биоценозом на основе серокисляющих бактерий вида *A. thiooxidans*. Это позволило сделать предварительный вывод о том, что процесс биовыщелачивания лимитируется железосодержащим субстратом данных ЗШО, а не сульфидами, так как *A. thiooxidans* не способны окислять железо или пирит. Поэтому для продолжения исследований была выбрана культура *A. ferrooxidans*. Микрофотографии бактерий *A. ferrooxidans*, использованных для адаптации и формирования биоценоза выщелачивания представлены на рисунке 1.

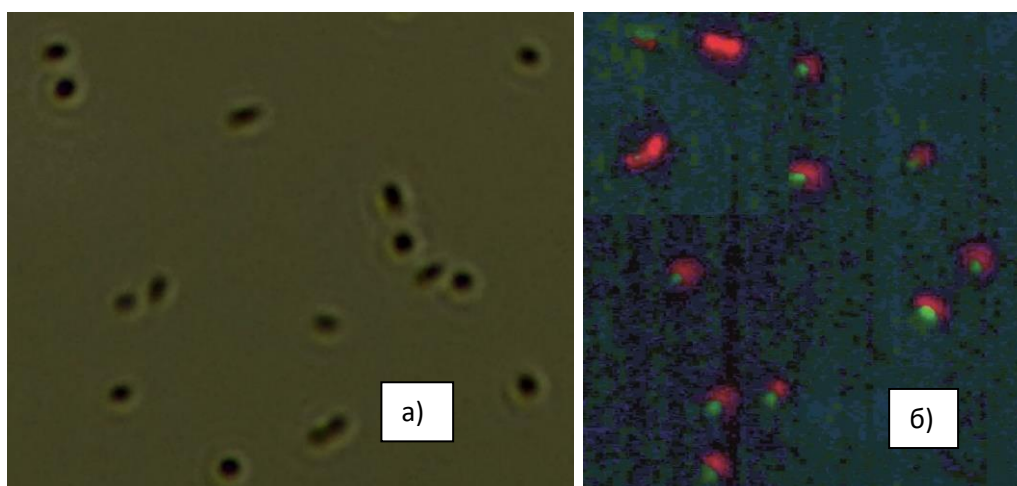


Рис. 1. Микрофотографии бактерий *A. ferrooxidans* в проходящем (а) и ультрафиолетовом (б) свете x 1000

При подготовке ЗШО к биовыщелачиванию была учтена установленная авторами [4] закономерность о концентрировании скандия в форме гуматов или фульватов в органическом веществе торфа и бурого угля. Из этого следует, что удаление остатков связующей органической составляющей ЗШО должно обеспечить наиболее благоприятные условия для выщелачивания скандия в раствор. В связи с этим пробы для исследования были предварительно измельчены до 0,05 мм и обожжены. В результате проведенных экспериментов было показано, что обжиг ЗШО способствует увеличению выхода скандия с 12,5 до 98 %.

Учитывая столь значительное влияние предварительного обжига ЗШО, было логично сравнить структуру обожженных и необожженных проб ЗШО как до, так и после биовыщелачивания методом электронного микрофотографирования. Для этого была проведена предварительная подготовка проб, заключающаяся в их центрифугировании для отделения жидкой фазы (6000 об/мин в течение 20 мин) и лиофильной сушке при температуре минус 39 °С.

Результаты исследований с использованием сканирующего электронного микроскопа *Tescan Vega 4* (Tescan, Чехия) представлены на рисунках 2 и 3.

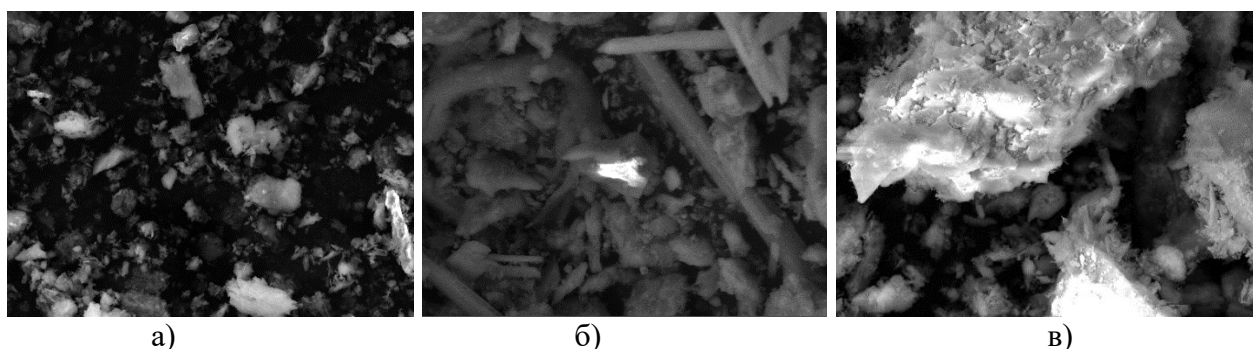


Рис. 2. Микрофотографии ($\times 3000$) проб обожженных ЗШО: до биовыщелачивания (а), после биовыщелачивания (б); в среде без использования бактерий (в)

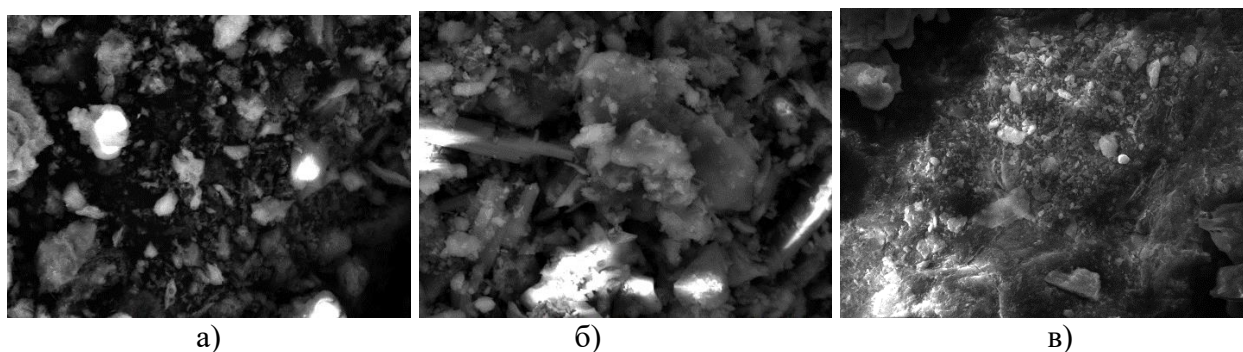


Рис. 3. Микрофотографии ($\times 3000$) проб необожженных ЗШО: до биовыщелачивания (а), после биовыщелачивания (б); в среде без использования бактерий (в)

Из сравнения представленных микрофотографий можно увидеть и структурные особенности ЗШО и микронаселение. Так, крупные частицы ЗШО представлены, по нашему мнению, кварцем, меньшие – алюмосиликатами, а самые мелкие – различными оксидами. Тонкие длинные, в основном, однородные палочки на микрофотографиях с биовыщелачиванием – это бактерии, деформированные и вытянутые под действием лиофильной сушки.

Из сравнения фотографий на рисунках 2 и 3 видно, что необожженная зола имеет меньшую плотность микронаселения, по сравнению с обожженной, что можно считать закономерным с учетом оценки полученных результатов полноты выщелачивания. Также можно увидеть, что ЗШО, подвергшиеся химическому выщелачиванию (без микроорганизмов), агломерированы и имеют большее количество нерастворенных оксидов на своей поверхности.

Выводы.

1. Показано, что основная культура адаптированного биоценоза выщелачивания скандия – это железоокисляющие бактерии вида *A. ferrooxidans*, представляющие собой длинные одиночные или парные палочки.

2. Установлено, что протекание биологического процесса оказывает влияние на структуру ЗШО, а именно, структурирует их частицы, предотвращая агломерацию, что способствует выщелачиванию скандия в раствор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каравайко, Г. И. Биоготехнология металлов / Г. И. Каравайко, С. Грудев, З. А. Авакян. – Пушино: Пушин. науч. центр. АН СССР, 1989. – 375 с.
2. Kaksonena, A. et al. H. Recent progress in biohydrometallurgy and microbial characterization // Hydrometallurgy. – 2018, Vol. 180. – P. 7–25.
3. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник / Рос. гос. компания «Росуголь». – М.: Недра. – 1996. – 235 с.
4. Ильенок, С. С., Арбузов, С. И. Металлоносные угли Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. –Т. 320, № 8. – С. 132–144.

V. A. Snegirev, T. M. Sabirova
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

MICROSCOPIC STUDY OF BIOLEACHING BIOCEANOSIS AND STRUCTURE OF ASH AND SLAG WASTE

Е. О. Сторожева, Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Recently, the development of biogas energy seems to be the most promising due to the fact that it does not require capital expenditures in the organization of production activities. Recycling organic waste will dramatically reduce a number of problems: environmental, economic, social. The use of biofertilizers obtained in the process of decomposition of organic waste is a real breakthrough in agricultural activity.

В России только начинается внедрение биогазовых технологий. Ежедневно на предприятиях агропромышленного комплекса образуются сотни тонн органического сырья (навоз, солома, отходы овощехранилищ, древесные опилки и т. д.). В связи с этим появляются новые полигоны и места захоронения. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению качества почвы, сточных вод и атмосферного воздуха. Одним из возможных подходов к решению проблемы является получение биогаза из разлагающейся органики.

Биогазовые установки позволяют производить тепловую и электрическую энергию, а также удобрения путем переработки отходов пищевой промышленности и агропромышленного комплекса. В среднем биогаз содержит 65 % метана, 30 % углекислого газа, 1 % сероводорода и малое количество азота, кислорода, водорода и закиси углерода. Теплотворная способность биогаза – 20– 25 МДж/м³, что эквивалентно сгоранию 0,6 литра бензина; 0,85 литра спирта или 1,7 кг дров [1].

В таблице 1 показаны преимущества и недостатки биогазовых технологий.

Из всех видов возобновляемой энергии наибольший потенциал в России имеет биомасса. Ежегодно на территории России вырабатывают до 14–15 млрд т биомассы, энергия которой примерно равна 8 млрд т условного топлива. В нашей стране сосредоточено до 25 % мировых запасов древесины (82 млрд м³ или 41 млрд т) [2].

Преимущества и недостатки внедрения биогазовых технологий*

Плюсы биогазовых технологий	Минусы биогазовых технологий
Наилучший способ полезной переработки органических отходов	Высокая цена одного кубометра
Переработанные органические отходы превращаются в биомассу, которая содержит значительное количество питательных веществ и может быть использована в качестве биоудобрения и кормовых добавок	Высокие сроки окупаемости технологии
Применение биоудобрений приводит к быстрой гумификации растительных остатков в почвах, помогает уменьшить уровень эрозии за счет формирования стабильного гумуса	Долгая и неполная переработка органического субстрата
Биоудобрение, получающиеся в биогазовых установках, такие как протеин, целлюлоза, лигнин и т. д. – нет химических заменителей	Содержание в переработанной биомассе вредоносной флоры

*составлено автором по данным [3]

Эффективность использования биогаза очень высока:

- 24 % для двигателей внутреннего сгорания;
- 55 % для газовых плит;
- 88 % использование биогаза для получения тепла и энергии

одновременно.

Эти цифры демонстрируют выводы: использование биогаза выгодно как для всех хозяйств и предприятий, так и для государства в целом.

Большая доступность органических отходов и значительные объемы ежегодного прироста биомассы (табл. 2) создают условия для опережающего развития в ряде российских регионов таких универсальных видов биотоплива, как твердое биотопливо, биогаз и биометан, и соответствующего развития энергогенерации и энергопотребления на основе биомассы, а также производства в промышленных масштабах биотоплива 1–3 поколений для наземного, водного транспорта и авиации.

В настоящее время доказана техническая возможность и получены положительные результаты использования биотехнологий в России. На современном этапе развития производства доля потребления возобновляемых видов топлива и отходов в промышленности РФ пока ничтожно мала от общего

количества потребляемых топливно-энергетических ресурсов. Лидерами выступают электричество, газ, тепло и жидкое топливо.

Таблица 2

Годовой прирост объемов биомассы в Российской Федерации*

Сырьевой источник	Объем, млрд т
Общий ежегодный прирост биомассы	15
Древесные отходы лесотехнических предприятий	100
сельскохозяйственные отходы	230
отходы деревообрабатывающих и целлюлознобумажных комбинатов	70
- твердые коммунально-бытовые отходы	60

*составлено автором по данным [3]

Таблица 3

Развитие технологий в зависимости от вида биомассы

Виды биомассы	Виды биотоплива	Технологии и способы переработки	Применение
Древесина, отходы лесопромышленного комплекса	1.Пеллеты (древесные, растительные, торфяные) 2. Биоуголь 3. Бионефть 4. Синтез-газ	1.Уплотнение (гранулирование, брикетирование) 2. Торрификация 3. Сжигание 4. Пиролиз 5. Газификация	1. Тепло 2. Электричество 3. Когенерация 4. Топливо
Отходы животноводства, птицеводства, растениеводства	1.Биогаз (биометан) 2. Лэндфилл-газ	1. Анаэробная 2. Ферментация	1. Тепло 2.Электричество 3. Газообразное топливо для транспорта
Традиционные энергетические культуры	Биотоплива 1-го, 2-го, 3-го поколения: 1. биодизель 2. биоэтанол 3. биобутанол 4. биометанол	1. Ферментация/ Дистиляция 2. Ацетоно-бутиловое брожение	1. Моторное топливо 2. Авиационное топливо
Масличные культуры: рапс, рыжик, подсолнечник, соя, кукуруза, животные	Биодизель	Перезтерификация	1. Моторное топливо 2. Авиационное топливо

***составлено автором по данным [4]

Анализ динамики годового прироста объемов биомассы в Российской Федерации (табл. 2) и развития технологий для использования вторичных энергетических ресурсов (табл. 3) свидетельствует о наметившихся тенденциях к увеличению их потребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громова, Е. А., Салова, Т. Ю. Разработка метода биоконверсии твердых отходов для получения возобновляемых энергетических ресурсов // Известия СПбГАУ. – 2012. – С.307–312.

2. Стратегическая программа исследований по биоэнергетике (Редакция 6, переработанная и дополненная). Технологическая платформа «Биоэнергетика». – Москва, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.tp-bioenergy.ru/upload/file/spi_bioenergy_2021.pdf (дата обращения 10.04.2022).

3. Копытин, В. Ю., Пивной, Д. А. Недостатки и преимущества существующих биогазовых установок // Молодой ученый. – 2020. – № 5 (295). – С. 84–84.

4. Стратегическая программа исследований по биоэнергетике (Редакция 5, переработанная и дополненная). Технологическая платформа «Биоэнергетика». – Москва, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tp-bioenergy.ru/upload/file/spi/spi2018.pdf> (дата обращения 10.04.2022).

E. O. Storozheva, E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF BIOGAS TECHNOLOGIES IN RUSSIA

В. Д. Федченко, Н. А. Котова, Н. В. Дукмасова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

РОЛЬ НЕФТИ В ФЕДЕРАЛЬНОМ БЮДЖЕТЕ РОССИИ

Russia's budget largely depends on the price of oil on the market and the volume of natural fuel production. In this case, the Russian budget is very vulnerable. To maintain financial independence, it is necessary to develop other sectors of the economy.

С древних времен люди собирали нефть с поверхности земли (и воды). При этом нефть находила довольно ограниченное применение. Во второй половине XIX века потребность в нефти резко выросла. Это связано с изобретением керосиновой лампы. В этот период начинается развитие промышленной добычи нефти путем бурения скважин. После изобретения двигателя внутреннего сгорания спрос на нефть возрос. Необходимо отметить, что случаются кризисы, влияющие на падение объемов добычи нефти, но в целом мировая добыча неуклонно растет.

Россия является одним из крупнейших участников мирового энергетического рынка и ключевым поставщиком нефти и нефтепродуктов в европейские страны. В РФ добычу нефти осуществляют 9 крупных вертикально-интегрированных нефтяных компаний (ВИНК) и около 150 малых и средних добывающих компаний. На долю ВИНК приходится примерно 90 % всей добычи, около 2,5 % нефти добывает Газпром.

На рисунке 1 представлена динамика экспорта нефти из России за период с 2010 по 2020 годы. [1, 2]. Основными потребителями российской нефти являются такие страны, как Китай, Голландия, Германия, Белоруссия, Южная Корея и др. страны. Денежные средства от экспорта нефти формируют федеральный бюджет.

На рисунке 2 отражены доходы России от экспорта нефти, полученные в 2010–2020 гг. По мнению Министерства Финансов РФ, продвижение экологически чистой энергетики в мире, приведет к снижению спроса на экспорт ископаемого топлива.

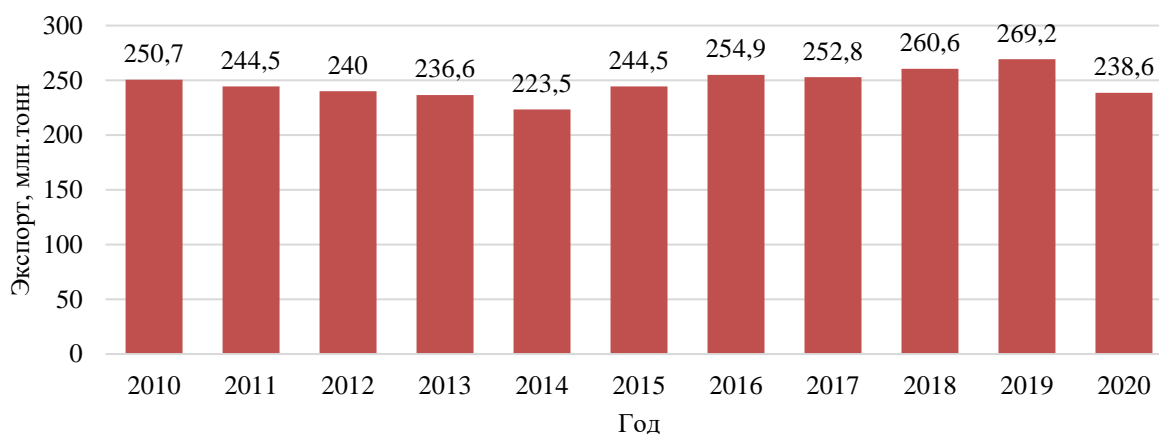


Рис. 1. Экспорт нефти из России в 2010–2020 гг., млн т

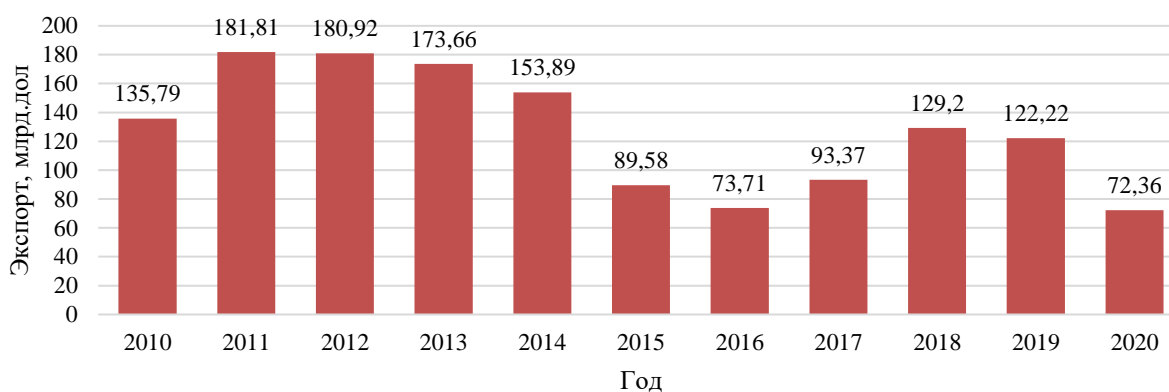


Рис. 2. Доходы России от экспорта нефти, млрд долл. [1, 2]

В 2020 году по данным агентства *Argus* экспорт нефти из России сократился. Это произошло из-за сделки по сокращению добычи нефти в рамках Венского соглашения ОПЕК+, а так же на эту ситуацию повлияла пандемия коронавируса *COVID-19*.

Помимо снижения добычи в апреле 2020 года цена на нефть сорта *Urals* упала и достигла исторического минимума (16,3 долл. США/барр.), что так же повлияло на бюджет РФ.

Доходы федерального бюджета России состоят из двух крупных категорий: нефтегазовых и ненефтегазовых. Нефтегазовые доходы формируются от экспорта нефти, газа и произведённых продуктов из углеводородного сырья.

Их деление в стоимостном выражении в период за 2010–2020 годы показано на рисунке 3 [2, 3, 4].

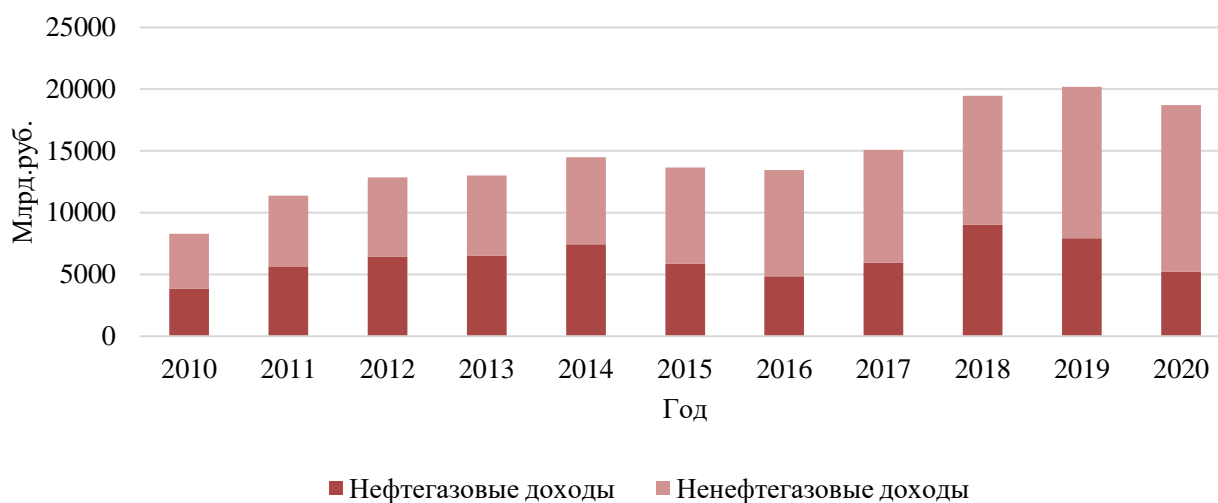


Рис. 3. Доходы Федерального Бюджета России, млрд руб.

Как видно из рисунка нефтегазовые доходы в Федеральный Бюджет России в последние годы сильно колебались. С 2018 по 2020 годы доходы от нефти и газа снижаются, но при этом общая доходная часть изменяется незначительно. Это связано с импортозамещением в других отраслях экономики в данный период.

В разных странах доходы от нефти составляют разную долю. Где она больше – там изменение цены на нефть больше ударит по экономике страны, повлияет на ВВП и изменит структуру бюджета [5].

На рисунке 4 показано, какую долю составляют нефтегазовые доходы в бюджете нефтедобывающих стран [6].

Российская Федерация зависима от нефти: треть ее экономики так или иначе завязана на нефти и газе. Такая зависимость негативно может сказаться на бюджете России и благосостоянии народа в будущем.

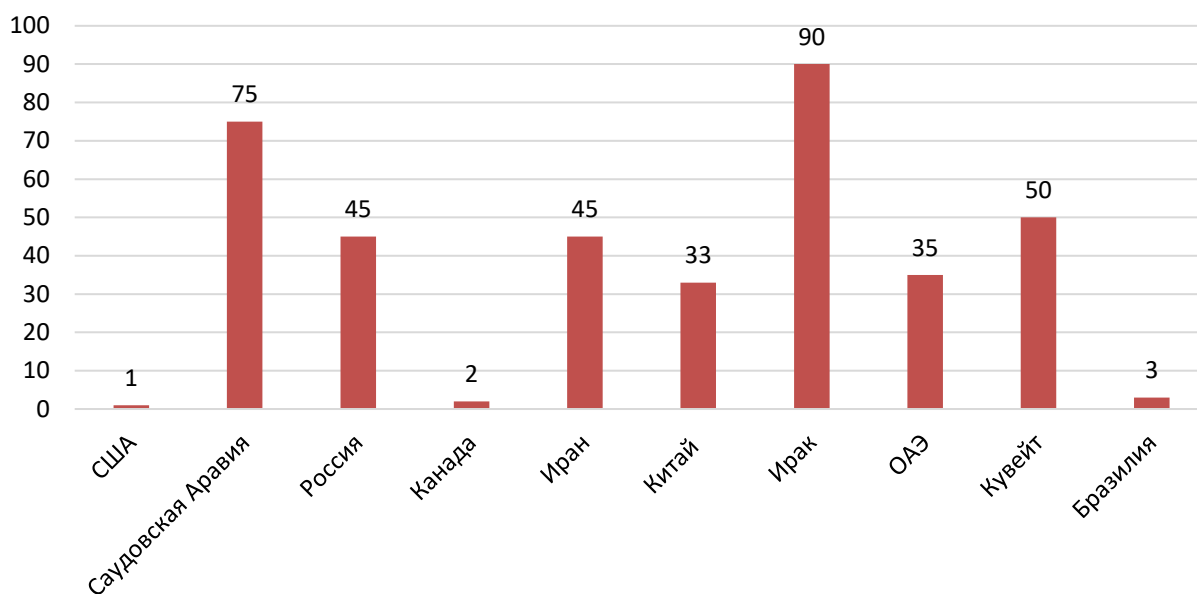


Рис. 4. Доля нефти в бюджете нефтедобывающих стран, %

Уменьшение доли нефтегазового сектора в 2020 г. связано со снижением среднегодовых цен на нефть, а также со снижением показателей добычи нефти. Снижение нефтегазовой доли в экономике только приветствуется. Чем больше появляется ориентированных на экспорт отраслей, тем больше увеличится активность крупных компаний, которые стремятся открыть новые направления и получить больше прибыли. В таком случае государственная казна теряет зависимость от одного доходного сектора. Это сделает более стабильным Федеральный Бюджет России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспорт нефти из России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 05.10.2021).
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/>(дата обращения 11.10.2021).
3. Министерство Финансов РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minfin.gov.ru/ru/performance/reservefund/accumulation/> (дата обращения 15.10.2021).

4. Сколько доходов получает государство от продажи нефти? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tjournal.ru/analysis/324911-skolko-dohodov-poluchaet-gosudarstvo-ot-prodazhi-nefti> (дата обращения 11.10.2021).

5. Нефть. О влиянии цен на нефть на экономику [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vc.ru/finance/115237-neft-o-vliyanii-cen-na-neft-na-ekonomiku> (дата обращения 11.10.2021).

6. Зотиков, Н. З. Нефтегазовые и ненефтегазовые доходы, их роль в формировании доходов бюджетов // Вестник евразийской науки. – 2020. – № 4, Т 1. – С. 29–31.

7. Роль нефти в экономике России [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.mk.ru/economics/2021/07/13/rol-nefti-v-ekonomike-rossii-okazalas-preuvelichennoy.html> (дата обращения 11.10.2021).

V. D. Fedchenko, N. A. Kotova, N. V. Dukmasova,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

THE ROLE OF OIL IN THE FEDERAL BUDGET OF RUSSIA

К. В. Хацевский, Н. С. Бакулина,
Омский государственный технический университет, Омск, Россия

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

In connection with the transition to a market economy, it has become necessary to improve the efficiency of energy consumption management, since this meets the economic interests of electricity suppliers and consumers. One of the ways to solve this problem is the accurate control and accounting of electricity. It is this direction that should provide a significant part of the total energy saving, the potential of which is more than 1/3 of the total current energy consumption.

Энергосбережение – это рациональное и эффективное использование топливно-энергетических ресурсов планеты. Одной из основных задач энергосбережения является сохранение природных ресурсов Земли, которые являются ключевыми составляющими в производстве электрической энергии. Таким образом, при рациональном использовании природных ресурсов мы не только сохраним запасы топливных ресурсов (уголь, нефть, газ) для последующих поколений, но и сохраним возможность жизни на нашей планете.

Помимо удовлетворения моральных принципов, рациональное использование энергии дает нам материальную выгоду. Однако, для обеспечения рационального использования электрической энергии недостаточно одной только ответственности потребителей. Большое влияние на выработку и потребление электрической энергии оказывают потери [1]. Чем больше потери – тем больше энергии необходимо вырабатывать для того, чтобы удовлетворить нужды целых городов.

Потери электрической энергии могут быть следующих видов:

- технические – образуются в результате физических процессов, происходящих при передаче электрической энергии во всех объектах электроэнергетической системы;
- коммерческие – обусловлены погрешностью приборов учета, хищениями электрической энергии, неверно произведенной оплатой за потребление электрической энергии.

Именно коммерческие потери составляют большую часть общих потерь электрической энергии. По оценке специалистов, на данный момент такие потери могут достигать 50 %.

Коммерческие потери можно условно разделить на четыре группы.

1. Потери, вызванные погрешностью систем учета электроэнергии. Такие потери вызваны использованием приборов учета с заниженными классами точности и ненормированными условиями работы измерительных трансформаторов тока и напряжения, счетчиков и др.

2. Потери, образующиеся при выставлении счетов. Хотя доля таких потерь и невелика, они все же существуют. Их причина кроется в ошибочной информации в заключенных договорах, тарифах, льготах.

3. Потери, вызванные хищением электрической энергии. Такой тип потерь появляется вследствие несанкционированного подключения потребителей, мошенничества с приборами учета. Хотя электроэнергетические компании и не публикуют статистические данные о таких потерях в открытом доступе, по приблизительным оценкам в России такие потери составляют 10–12 млрд. кВт·ч в год. Стоит также отметить, что процент хищения электроэнергии в сельской местности и в частных секторах городов выше, чем в многоквартирных домах.

4. Потери, обусловленные оплатой, произведенной позже установленной даты, долговременными долгами по счетам за потребление электроэнергии. По данным отдельных сбытовых компаний своевременную оплату производят лишь 65–70 % населения. Контролеры ежемесячно обходят приборы учета с целью контроля потребления электроэнергии, а также своевременного выставления счетов потребителям. Но данных действий все так же недостаточно для своевременной оплаты за потребленную электроэнергию.

Таким образом, качественно организованный учет потребления электрической энергии может сократить коммерческие потери электроэнергии и, как следствие, повысить энергосбережение [2]. Так как в последнее время удорожание энергоресурсов происходит на постоянной основе, промышленным предприятиям приходится все больше разрабатывать и вводить новые

мероприятия по энергосбережению, которое основывается на контроле за потреблением различных энергоресурсов.

Перед промышленными предприятиями стоит задача в уменьшении доли затрат энергопотребления в себестоимости производимых товаров. Таким образом, внедрение автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) является одним из первых шагов в энергосбережении, т. к. данная система позволяет производить экономически выгодную разработку, а также введение мер по энергосбережению [3]. Итак, для реализации проекта по энергосбережению промышленным предприятиям необходимо обеспечить внедрение систем АСКУЭ. Данный шаг позволит уменьшить материальные и производственные затраты на электроэнергию. В случаях конфликтов между поставщиком и потребителем электроэнергии система АСКУЭ может помочь в их объективном решении на основе автоматизированного учета [4].

В последние несколько лет в Российской Федерации была произведена реформа электроэнергетики. Международные нормы, основанные на мнении экспертов, говорят о том, что потери электрической энергии при ее передаче и распределении являются допустимыми, если они составляют менее 5 %, в то время как 10 % является максимально возможным значением. Такие потери могут быть обоснованы физическими процессами, происходящими в распределительных сетях при передаче электроэнергии. Во времена существования СССР потери в большинстве случаев не превышали данного уровня. В данный момент в России отмечаются потери, достигающие трехкратного размера. Эксперты считают, что основная причина этому – рост количества коммерческих потерь.

В данный период времени происходит глобальный экономический кризис, который оказывает негативное влияние на развитие электроэнергетики. Выражено это, в первую очередь, в резком сокращении инвестиций в разработки и модернизацию сетей электроэнергии. Т. к. происходит неизбежное старение электрических сетей, увеличивается число аварий на объектах электросетевого хозяйства, их ремонт, а также отказы оборудования. Все это оказывает прямое

действие на режим работы сетей, делая его неоптимальным, а также увеличивает объем технических потерь. Энергетические компании получают экономический ущерб, т. к. старение оборудования касается и средств измерения электроэнергии. Пункты коммерческого учета не соответствуют требованиям.

Основная задача АСКУЭ – производить точные измерения потребляемой и передаваемой электрической энергии. Помимо этой основной задачи, АСКУЭ обладает дополнительными возможностями. Например, учитывать дневные, ночные и другие различные тарифы, имеет возможность хранить полученные измерения длительное время и предоставлять доступ в любое время. Также стоит отметить присутствие возможности анализа потребляемой/передаваемой электроэнергии. Все это способствует развитию цифровой энергетики в нашей стране [5]. Оптимизация производства, передачи и распределения электроэнергии способствует увеличению эффективности деятельности сбытовых компаний. В данном вопросе немаловажна разработка энергосберегающих технологий, основу которых составляет внедрение автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии.

На данный момент АСКУЭ является самой точной измерительной системой, используемой в российской электроэнергетике. Помимо основных своих функций система АСКУЭ может определять места, в которых предположительно происходит хищение электроэнергии, выполнять анализ потребления электроэнергии каждым объектом и на основании данного анализа выполнять планирование различных действий. Данная система позволяет разрешать конфликты между потребителями и электроснабжающими компаниями на основании точно полученных измерений, а также сокращать экономические расходы на оплату электроэнергии всех групп потребителей. В первую очередь, это предприятия государственного сектора.

Внедрение автоматизированной системы коммерческого учета позволяет максимально автоматизировать работу по оплате за электрическую энергию. Полученный результат от автоматизации оплаты за электроэнергию позволяет увеличить объемы собранных платежей с потребителей. Положительное влияние

от внедрения АСКУЭ с этой целью позволит точнее следить за оплатой по счетам, а также сократить время на данную операцию.

Таким образом, экономический эффект от внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии по данным технико-экономических расчетов, проведенными экспертами в данной области, может достигать 10–15 %.

Исследования автоматизированных систем коммерческого учета, применяемых в данный момент времени, показали, что автоматизированные системы коммерческого учета электрической энергии применяются в основном в больших городах с полным путем привязки точек учета от энергоцентра. Применению автоматизированных систем коммерческого учета электрической энергии в сельскохозяйственных районах в распределительных сетях 10–0,4 кВ не уделяется особого внимание.

На семинарах, научно-практических конференциях, в статьях не один раз высказывались о невыгодном положении при разработке и внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии в распределительных электрических сетях из-за достаточно большого срока окупаемости и их неэффективности на объектах с небольшим потреблением электрической энергии.

Также, распределительные электрические сети напряжением 10–0,4 кВ с точки зрения выявления и снижения коммерческих потерь электрической энергии являются одними из самых сложных, т. к. к этим сетям подключено достаточно большое количество потребителей. Точки учета удалены друг от друга, высоки технические потери электрической энергии, отсутствует необходимый контроль со стороны энергоснабжающих организаций.

В Омской области, как и в большинстве других областей РФ, с целью уменьшения коммерческих потерь электрической энергии, была начата серьезная модернизация систем коммерческого учета потребления электрической энергии. В 2019 году «Россети Сибирь» установили 25900 умных электросчетчиков в Омской области. До конца 2020 года «Россети Сибирь»

установили в нашем регионе 41600 умных счетчиков на сумму 364,5 млн рублей. Экономический эффект оценивается в 25,5 млн кВт·ч. В филиале Россети Сибирь – Омскэнерго убытки снизились в 2020 году на 6,7 %. Такой результат был достигнут за счет массового внедрения приборов учета электроэнергии, рейдов с целью выявления неплательщиков и комплекса технических мероприятий по обеспечению надежности электроснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдылдаев, Р. Н. Применение АСКУЭ как современного способа учета электроэнергии / Р. Н. Абдылдаев, С. Б. Кокчоева, У. Ы. Нурбек // Научные горизонты. – 2020. – № 6(34). – С. 137–145.

2. Закирова, И. Р. Внедрение автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) на объектах ЖКХ / И. Р. Закирова, Р. Р. Вилданов // Наука и образование: новое время. – 2019. – № 1(30). – С. 85–87.

3. Оськин, С. В. Внедрение АСКУЭ в предприятиях – еще один шаг к энергосберегающей стратегии / С. В. Оськин, А. В. Мирошников, И. А. Пястолова // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. – 2016. – № 4 (28). – С. 56–66.

4. Свешникова, О. Н. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии в обеспечении энергосбережения / О. Н. Свешникова, Е. А. Тонева // Вестник поволжского государственного университета сервиса. – 2014. – № 5 (37). – С. 26–31.

5. Титаренко, О. Н. Автоматизация учета электроэнергии на предприятии как элемент энергосбережения / О. Н. Титаренко, Н. А. Тимофти // Энергетические установки и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 4. – С. 79–83.

K. V. Khatsevskiy, N. S. Bakulina,
Omsk State Technical University, Omsk, Russia

ANALYSIS OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE IMPLEMENTATION OF THE ASKUE

М. Р. Чащин, Е. Р. Магарил,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ: БИОГАЗ МУСОРНЫХ ПОЛИГОНОВ

According to researchers, landfills in the world contribute to the release of up to 14 % of the total amount of greenhouse gases into the atmosphere. The number of landfills, including illegal ones, is increasing. The annual increase in the area occupied by landfills in Russia is 0.4 hectares. The purpose of the study: to synthesize approaches to substantiate the ecological and economic feasibility of sorting MSW during biogas extraction at landfills.

По оценкам исследователей мусорные полигоны в мире выделяют в атмосферу до 14 % парниковых газов (существенную долю занимает метан (CH_4) и диоксид углерода (CO_2)) [1, 2]. В России зарегистрировано свыше 1500 нелегальных мусорных свалок [3]. При этом, по данным Гринпис по состоянию на 2019 год, количество мусорных свалок превышает 14 000 ед. (4,5 млн га, что эквивалентно тройной площади Кипра), ежегодный прирост занимаемой площади под ними составляет 0,4 га (площадь Москвы и Санкт-Петербурга). К 2026 году в России мусорные свалки могут занять двукратную площадь Азовского моря [4]. Проблема ответственного обращения с твердыми коммунальными отходами с каждым годом становится все более актуальной. Цель исследования: синтезировать подходы в обосновании эколого-экономической целесообразности сортировки твердых коммунальных отходов (ТКО) при извлечении биогаза на полигонах.

Характеристика и оценка биогаза (свалочного газа). Общеизвестно, что свалки ТКО могут быть источником образования биогаза, являющегося продуктом анаэробного разложения органических фракций. Биогаз горюч (4500 ккал/ м^3), высшая теплота сгорания биогаза составляет 810–1160 кДж/кг, он токсичен при определенных концентрациях сероводорода. В российских условиях исследователями проведены оценочные расчеты. Согласно их данным, из 1 м^3 биогаза может быть произведено 1,3–1,5 кВт или при полном использовании запасов свалочных отходов 2500 МВт/год электроэнергии [5–8].

В России ежегодно образуется 50–60 млн т ТКО в год (400 кг на 1 чел.), из них 90 % отходов направляются на мусорные свалки [9, 10]. Потенциальный доход от эксплуатации одной биогазовой установки на типичном полигоне может составить около 1,2 млрд руб. (на примере свалки в г. Серпухов, г. Мытищи). Таким образом, оценочный совокупный потенциальный доход составляет около 1,8 трлн руб. (1).

$$TR(est) = I * Q = 1,2 \text{ млрд руб.} \times 1500 \text{ ед.} = 1,8 \text{ трлн руб.},$$

где $TR(est)$ – оценочный совокупный потенциальный доход, руб.;

I – потенциальная доходность от реализации свалочного газа одного среднего полигона, руб.;

Q – количество мусорных полигонов в России, ед. (минимальные официальные данные).

Для сбора биогаза на мусорных полигонах используют специализированное оборудование. При проектировании комплекса обращения со свалочным газом учитывают морфологический состав ТКО (долю органической части отходов), локальные климатические характеристики (температурный режим, атмосферное давление, количество осадков и др.), географические особенности местности (рельеф, близость к водным объектам, грунтовым водам), розу ветров и др. Нарушение норм эксплуатации мусорных полигонов может быть чревато респираторными заболеваниями, экзогенным фактором, влияющим на популяцию человека (осложнения беременности, заболевания системы кровообращения и др.) [11].

Образование биогаза на полигонах можно разделить на следующие основные фазы.

1. Гидролизная фаза. Во время протекания этой фазы протеины, жиры и углеводы разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкоза, жирные кислоты, от 2 до 7–12 лет).

2. Кислотообразующая фаза. Получившиеся составляющие на первой фазе разлагаются кислотообразующими бактериями на другие органические вещества (уксусную, пропионовую кислоты, спирты и альдегиды) и

неорганические вещества H_2 , CO_2 , N_2 , H_2S . Этот процесс протекает до тех пор пока развитие бактерий не замедлится под действием образованных кислот, 12–17 (25) лет.

3. Ацетогенная фаза. Под воздействием ацетогенных бактерий из образованных кислот вырабатывается уксусная кислота, 25–30 лет.

4. Метаногенез. Уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ преобразуются в метан и воду [12] (рис. 1.).



Рис. 1. Инфографика обращения с биогазом на мусорных полигонах (составлено автором)

При окончании срока эксплуатации в случае подтверждения безопасности грунт может быть использован в хозяйственной деятельности. В России функционирует, по официальным данным, свыше 1500 мусорных свалок, деятельность которых должна быть прекращена. Существуют мусорные полигоны, лишившиеся лицензии. К такому можно отнести полигон в г. Соликамск, Пермский край (его площадь равна 21 га). Отходы на него не

вывозят, транспортируют по контракту на мусорный полигон в г. Березники (13 га). Он способен принимать до 55 тыс. т. ТКО в год.³ Полигон в Соликамске возможно использовать в качестве пассивной дегазации для получения биогаза. Настоящий аспект требует дополнительного проведения исследования на предмет действующей стадии разложения ТКО и технических возможностей ввиду экономических неопределенностей 2022 г.

При проектировании биогазовой установки на полигоне следует учесть немаловажный аспект, касающийся качества сортировки сырья и применяемых средств для ее осуществления. Например, применение оптико-механической сортировки ТКО в конечном итоге приводит к снижению возможности выработки CH_4 вследствие снижения органической части ТКО в морфологическом составе фракций (рис. 2). Очевидно, отсутствие сортировки может позволить увеличить динамику образования метана на мусорном полигоне. При этом не следует пренебрегать емкостью сбора свалочного газа. При сортировке ТКО может повыситься количество органических фракций, которые можно добавлять для увеличения образования метана на полигоне.

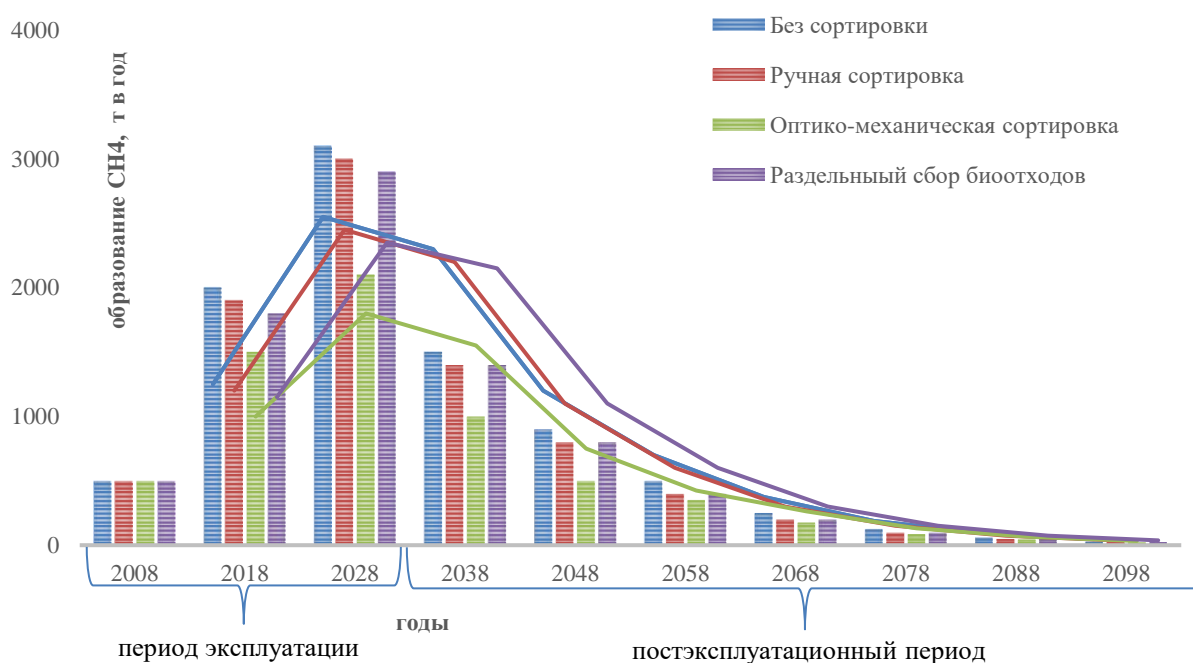


Рис. 2. Динамика образования метана на полигоне захоронения ТКО (без сортировки и с предварительной сортировкой отходов, составлено по данным [13, с. 72; 14, с. 61])

³ В Березниках и Соликамске ликвидируют крупные свалки - Неперские новости (перетm.ru)

Заключение. Свалки ТКО могут быть источником образования биогаза. В стране их количество превышает 1500 ед. В российских условиях потенциальный доход от эксплуатации одной биогазовой установки на типичном полигоне может составить около 1,2 млрд руб. (на примере свалки в г. Серпухов, г. Мытищи). Суммарно потенциальный доход мусорных свалок России может составить 1,8 трлн руб. Сортировка отходов необходима для увеличения объемов сборасвалочного газа, ускорения процесса рекультивации земельного участка при окончании срока эксплуатации и активной фазы выделения метана. Поэтому сортировка ТКО все также является актуальной применительно к биогазовой генерации свалочных отходов. Проекты обращения с биогазом на неэксплуатируемых полигонах при проведении дополнительных точечных исследований могут генерировать дополнительный доход и снабжать энергией домохозяйства в условиях ограниченности природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касимов, А. М. и др. Биогаз полигонов ТБО – важный резерв альтернативных источников энергии // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – 2/3 (32). – С. 26–28.
2. Complete LFG Energy Project Development Handbook (pdf) (Updated July 2021).
3. Подобедова, Л. Куратор мусорной реформы раскрыл число незаконных свалок в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : rbc.ru (дата обращения 05.04.2022).
4. Отчет Гринпис: мусор в России. Что делать с мусором в России? [Электронный источник]. – Режим доступа : [https:// greenpeace.ru/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf](https://greenpeace.ru/report-RUSSIA-GARBAGE.pdf) (дата обращения 05.04.2022).
5. Джамалова, Г. А. Эмиссия токсичного и взрывоопасного биогаза полигонами твердых коммунальных отходов / Г. А. Джамалова // I. Химия и химическая технология экология и системы жизнеобеспечения. 4 С.

6. Федотов, А. А., Каранова, Д. А., Тарасенко, А. Б., Киселева, С. В. Использование свалочного газа в газотурбинных и газопоршневых установках: энергетические и экономические оценки // Межд. науч. журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAEE). – 2019. – № 19 (21). – С. 17–28.
7. Антушевич, А. А., Минакова, П. С., Зязя, А. В., Поддубный, А. М. Оценка энергетического потенциала полигона твердых коммунальных отходов // Вопросы безопасности. – 2020. – № 5.
8. ЦСИ ТЭК ДВ. Энергетический потенциал свалочного газа на полигонах ТБО (аналитическая записка). – 2013. – 52 с.
9. Шилкина, С. В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2020. – № 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://resources.today/PDF/05ECOR120.pdf> (дата обращения 05.04.2022).
10. Коротаев, В. Н. Каталог технических и технологических решений для проектирования мусороперерабатывающих предприятий / В. Н. Коротаев и др. // ПНИПУ. – 2017. – 149 с.
11. Балахчина, Т. К. Оценка воздействия свалочного газа с полигонов твердых бытовых отходов на человека // Физиология. Медицина. Экология человека. – № 2. – 2012. – 17 с.
12. Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твердых бытовых отходов // Государственный Комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу // ФГУП Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами. – Москва, 2003. – 28 с.
13. Слюсарь, Н. Н. Возможности извлечения отложенных ресурсов из массивов захоронения твердых коммунальных отходов // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2016. – № 1.
14. Бикташева, А. О. Эколого-экономическая оценка рационального использования полигонов твердых коммунальных отходов в Пермском крае // Магистерская диссертация. – 2018. – 89 с.

M. R. Chashchin, E. R. Magaril,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**IMPROVING MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT:
LANDSCAPE BIOGAS**

В. И. Чепрасова, О. С. Залыгина, Ю. Д. Бутор,
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОПА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

The paper studies the possibility of using waste from the pulp and paper industry (osprey) for the production of ceramic bricks. It has been established that ceramic bricks containing up to 10 wt. % osprey in terms of compressive and bending strength refer to clinker bricks. With an increase in the content of waste, the porosity of the brick increases, and it can be used as a heat-insulating material.

На предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь образуется широкий спектр отходов производства. Одним из наиболее тоннажных является скоп – осадок из первичных отстойников, образующийся при очистке сточных вод. В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, скоп является отходом 4-го класса опасности. По состоянию на март 2022 года объектов по использованию и обезвреживанию скопа в Республике Беларусь не имеется. Возврат скопа в технологический процесс в качестве сырья в количестве свыше 10 % приводит к существенному снижению качества продукции [1], поэтому основное количество скопа подвергается захоронению.

Вместе с тем, скоп может быть использован при производстве строительных и теплоизоляционных материалов, органических удобрений, сорбентов для очистки сточных вод и др. [2, 3]. На основании анализа литературных данных в качестве наиболее перспективного направления было выбрано его использование в производстве керамического кирпича.

Для исследования были отобраны пробы скопа филиала «Бумажная фабрика «Красная звезда» ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат». Состав скопа зависит от вида сырья, используемого при производстве бумаги и картона, но, как правило, включает целлюлозные волокна, глину, органические и неорганические примеси. В таблице 1 представлен элементный состав исследуемых образцов скопа, который

свидетельствует о наличии в составе исследуемого скопа большого количества органических соединений (содержание С от 13,66 до 15,56 масс. %), выгорание которых будет способствовать получению пористых материалов. Наличие в составе скопа кремния (от 7,65 до 8,14 масс. %), кальция (от 16,99 до 17,74 масс. %) и железа (от 5,88 до 6,39 масс. %) подтверждает возможность его использования в керамической промышленности. Влажность образцов скопа составила от 68 до 72 %.

Таблица 1

Элементный состав исследуемых образцов скопа, масс. %

Элемент	С	О	Al	Si	Ca	Fe	Cu	Zn	Другие*
Проба 1	13,66	40,61	5,78	7,65	16,99	6,39	3,99	1,97	2,96
Проба 2	15,56	39,43	4,97	8,14	17,74	5,88	3,18	2,56	2,54

*Na, Mg, S, Cl, K, Ti

Изготовление опытных образцов керамического кирпича осуществляли методом пластического формования.

Для получения формовочной смеси использовали глину месторождения «Гайдуковка» и влажный скоп, который вводили в количестве 5, 10, 20 и 30 масс. % в пересчете на сухое вещество. Влажность формовочной массы корректировали с учетом количества вводимого скопа. Далее осуществлялась сушка при постепенном подъеме температуры со скоростью 1 °С в минуту до 105 °С и выдержкой при ней в течение 6 часов. Обжиг образцов проводили в электрической печи с выдержкой при температуре 1000 °С в течение 1 часа (скорость подъема температуры 5 °С).

Для полученных образцов определяли линейную усадку по ГОСТ 5402-81 «Изделия огнеупорные. Методы определения дополнительной линейной усадки или роста», среднюю плотность и водопоглощение по ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости», прочность на сжатие и изгиб по ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные». Марку по прочности полученных опытных образцов определяли по ГОСТ 530-

2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» по значениям пределов прочности при сжатии и изгибе. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов кирпича, полученных
с использованием скопа

Содержание скопа в образце	Линейная усадка, %	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Марка
Без скопа	6,8	1701	14,3	18,0	72,0	М600
5 % скопа	6,5	1585	19,1	16,0	64,0	М600
10 % скопа	9,6	1476	24,8	11,5	46,0	М400
20 % скопа	12,5	1274	33,6	5,0	20,0	М200
30 % скопа	15,8	1142	42,6	3,1	12,2	М100

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что образцы кирпича, содержащие до 10 % скопа, по значению прочности могут быть отнесены к клинкерному кирпичу (М400 и М600), поскольку обладают прочностью на изгиб от 11,5 до 16 МПа и прочностью на сжатие от 46,0 до 64,0 МПа. Однако значение водопоглощения данных образцов не соответствует нормативному значению (не более 6,0 %), что свидетельствует об их высокой пористости. При дальнейшем увеличении содержания скопа в составе образцов плотность, прочность на сжатие и изгиб уменьшаются, а водопоглощение значительно повышается. Высокие значения водопоглощения образцов кирпича, содержащих более 10 масс. % скопа, свидетельствуют о возможности их использования в качестве теплоизоляционных материалов вследствие высокой пористости.

В зависимости от класса средней плотности в соответствии с ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» по теплотехническим характеристикам кирпичи подразделяют на следующие группы: высокой эффективности, повышенной эффективности, эффективные,

условно-эффективные, малоэффективные (обыкновенные). По теплотехническим характеристикам образцы кирпича, содержащие 30 % скопа, могут быть отнесены к группе эффективных изделий (класс средней плотности 1,2), а образцы кирпича с содержанием скопа 20 % – к группе условно-эффективных изделий (класс средней плотности 1,4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Чулкова, И. Л., Селиванов, И. А. Использование скопа в качестве вяжущего вещества // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2021. – Т. 18. – № 2 (78). – С. 204–215.

2. Ширинкина, Е. С., Айтжанова, У. М. Переработка скопа, образующегося в технологическом процессе картонно-бумажного производства // Europeanscience. – 2016. – №. 2 (12).

3. Плышевский, С. В. и др. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации // Экология на предприятии. – 2016. – № 4 (58). – С. 35–47.

V. I. Cheprasova, V. S. Zalyhina, U. D. Bytor,
Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF USING THE SCOPE IN THE PRODUCTION OF CERAMIC BRICK AND THERMAL INSULATION MATERIALS

В. М. Юрк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

The necessity of the development of technologies for the deep recycling of polymer waste are shown in the present work. Perspective trends in this research area are also suggested.

Полимерные материалы являются одними из основных видов отходов как производства, так и потребления. Так, например, в Свердловской области в соответствии с Территориальной схемой обращения с отходами производства и потребления [1] за 2019 год было образовано и принято от других хозяйствующих субъектов 21,5 млн т отходов полимеров. Указанная цифра не учитывает отходы бытовой и офисной техники, а также электронных приборов, которые также содержат большое количество пластиковых деталей. Согласно Территориальной схеме за тот же год из этих отходов было утилизировано и обработано 7,4 млн т, а обезврежено 0,025 млн т, что даже меньше половины от общей массы. Всего же на конец 2019 года масса полимерных отходов составила 622 млн т, и, следуя указанной тенденции, это количество из года в год будет только увеличиваться. Очевидно, существует проблема недостатка мощностей по переработки данного типа отходов либо отсутствуют технологические процессы, способные утилизировать всю номенклатуру изделий.

Согласно данным Территориальной схемы в Свердловском регионе зарегистрировано 22 организации, которые утилизируют, обрабатывают или обезвреживают полимерные производственные отходы IV и V классов опасности. Что же касается ТКО, то в регионе есть 7 предприятий переработчиков, которые принимают на утилизацию отходы полимеров, отсортированные из ТКО. Объем их мощностей 20,4 тыс. т в год при общем объеме ТКО за год 297,5 тыс. т (данные за 2019 год). Очевидно, что бытовые товары потребления содержат достаточно большое количество различных полимеров, например, та же упаковка, и существующие мощности не способны переработать весь накопившийся пластик.

Возникает логичный вопрос, а есть ли смысл наращивать мощности по переработки полимеров, или же проблема состоит в другом? Если посмотреть номенклатуру перерабатываемой части отходов, то большинство предприятий осуществляют обращение с полимерной тарой и упаковкой, ломом пластмассовых изделий. Некоторые перерабатывают полимеры слабо загрязненные различными веществами (не более 1 % примеси), либо загрязненные до 15 % нефтепродуктами. Последние преимущественно сжигают в инсинераторах. Т. е. предприятия переработчики работают только с термопластами, которые позволяют получить достаточно востребованную на сегодняшний день продукцию: вторичные полимеры в виде пленки, ленты или гранулята, из которых потом можно производить готовые пластмассовые изделия различной номенклатуры. Такой продукт можно получить лишь из чистого и качественного сырья.

Одной из основных проблем, влияющих на вторичную переработку отходов, является деструкция полимерной цепочки под действием различных факторов: температуры, света, механическое истирание, химическая деструкция и прочее [2]. Все это влияет на эксплуатационные свойства вторичного гранулята, поскольку существующие методы не позволяют восстанавливать полимерную цепочку, а лишь придают материалу новый вид.

Если деструкция пластика незначительна, то в получаемое сырье добавляют различные модификаторы, позволяющие добиться необходимых эксплуатационных характеристик материала [3]. Однако бесконечно добавлять модификаторы вряд ли получится, к тому же возникает вопрос о возможности увеличения циклов повторной утилизации полимера.

Также, если посмотреть на весь спектр полимерных отходов, то среди них большую долю занимают изделия сложного состава, содержащие разнородные материалы, а также реактопласты. К тому же есть отходы, загрязненные большим количеством (более 15 %) нефтепродуктов, лакокрасочных материалов, химических реагентов и других веществ. Такие отходы сложно переработать во вторичный гранулят, они требуют более глубокой переработки.

Реактопласты в принципе не поддаются подобной переработке, поскольку их полимерная цепочка необратимо разрушается под действием высоких температур и давления.

Таким образом, можно заключить, что существующие производственные мощности в Свердловской области способны перерабатывать лишь качественные полимерные материалы, незагрязненные большим количеством примесей, а большая часть образуемых и накопленных отходов просто остается без внимания. Чтобы полностью замкнуть цикл полимеров и снизить их накопление на полигонах, необходимо внедрять новые процессы, позволяющие перерабатывать как реактопласты, так и сильно деструктивные и загрязненные материалы. В данном случае следует обратить внимание на процессы глубокой переработки.

Методы глубокой переработки полимерных отходов еще называют деструктивными, поскольку позволяют разделить полимерную цепочку на составляющие ее мономеры. К таким методам относятся пиролиз, гидролиз и его частные случаи: гликолиз и метанолиз. Рассмотрим кратко их основные преимущества и ограничения.

Пиролиз представляет собой процесс термического разложения органики в бескислородной или кислородной среде при низком давлении. В результате пиролиза образуется неконденсируемый пиролизный газ, жидкие продукты и твердый углеродистый осадок. Каждый из получаемых продуктов имеет потенциальную ценность как топливо, либо сырье для нефтехимических процессов. Однако получаемые при этом жидкие продукты имеют очень сложный состав – смесь непредельных углеводородов, термически нестабильны и содержат много воды, что осложняет их использование в качестве химсырья.

Отдельные виды пластика могут разлагаться на исходные мономеры в процессе гидролиза. К таким материалам относятся полиамиды, поликарбонаты, полиэфиры, поликарбамиды и полиуретаны, а также полиэтилентерефталаты. Продукты расщепления или мономеры используются в качестве сырья для проведения процесса поликонденсации или же добавляются к первичному

материалу. Процесс гидролиза осуществляют в водной среде под действием высоких температур и давления. Глубина протекания реакции зависит от рН среды и используемых катализаторов.

Частные случаи процесса гидролиза, гликолиз и метанолиз, подразумевают использование в качестве рабочей среды этиленгликоля и метанола, соответственно. Эти методы достаточно эффективны и экономичны, однако находят применение не для всех полимерных материалов. Процесс требует высокой степени сортировки сырья и его чистоты. Ограничением также является содержание большого количества различных добавок в пластмассах, которые могут загрязнять вторичный продукт.

Несмотря на существующие ограничения, методы глубокой переработки пластика могут решить проблему утилизации всего объема образующихся отходов и возвращать их в производственный цикл. Для того, чтобы это стало реальностью, необходимо решить существующие проблемы и расширить перечень пригодных для такой переработки отходов.

Среди основных направлений разработок в данной области исследований можно выделить следующие:

- увеличение эффективности процессов сортировки полимерного сырья, накопленного на полигонах ТКО;
- селективное удаление примесей из смеси растворенного в процессе гидролиза (гликолиза, метанолиза) полимера для получения чистого мономера;
- поиск новых селективных растворителей для процесса гидролиза при утилизации отходов из смеси полимеров;
- поиск новых катализаторов для снижения температуры и давления процесса гидролиза полимеров;
- разработка методов разделения углеводородов из их смеси в результате процесса утилизации многокомпонентных систем.

Направлений исследований в области модификации процессов глубокой переработки полимерных отходов можно предложить еще больше. Основная цель предлагаемых разработок – это экономичное получение вторичного

продукта из смеси полимеров, востребованного в конкретном регионе. Невозможно отрицать экономическую составляющую предлагаемых инноваций, ведь только в случае рентабельности эти идеи могут найти дальнейшее развитие и практическое применение.

Таким образом, несмотря на быстро развивающуюся инфраструктуру утилизации полимерных отходов, остается еще много нерешенных проблем. В частности, существующие технологии практически не работают с многокомпонентными отходами и с уже накопленным количеством материала. В связи с этим деструктивные методы являются наиболее привлекательными, и их внедрение в процессы утилизации позволит достичь целей, поставленных национальным проектом «Экология».

ЛИТЕРАТУРА

1. Территориальная схема обращения с отходами производства и потребления в Свердловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://energy.midural.ru/tko/ter-sh/territorialnaja-shema-obrashhenija-s-othodami-proizvodstva-i-potreblenija-na-territorii-sverdlovskoj-oblasti-utv-15-11-2021/> (дата обращения 09.05.2022).

2. Стрепихеев, А. А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А. А. Стрепихеев, В. А. Деревницкая. – М.: Химия, 1976. – 440 с.

3. Запорников, В. А. Рециклинг полимеров в России как часть мусорного кризиса // Полимерные материалы. – 2020, – № 5. – С. 34–36.

V. M. Yurk,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY OF DEEP PROCESSING OF POLYMER WASTE

A. Garmasa, I. Yermak, M. Balakir,
Belarusian State Technological University, Belarus

PREREQUISITES FOR INCREASING PELLET PRODUCTION IN BELARUS

The problem of using low-grade wood, sawmill and woodworking wastes is being solved in Belarus through the construction of pellet plants. The introduction of new production facilities made it possible to make a good profit, and to direct the received proceeds to the further expansion of production.

In the Republic of Belarus, forests are one of the main renewable natural resources and the most important national wealth. Forests and forest resources are of great importance for the sustainable socio-economic development of the country, ensuring its economic, environmental, energy and food security. According to a number of key indicators characterizing the forest fund (forested area, forest area and stock of growing wood in terms of one inhabitant), Belarus is among the top ten forest states in Europe.

The depletion of world reserves and the increase in the cost of fossil fuel and energy resources, the increasing environmental requirements for emissions from fuel combustion, the development of emissions trading – all these served as an impetus for the development of forest bioenergy, including for increasing the production and use of wood fuel in power plants.

Full and comprehensive use of wood biomass allows not only to meet the needs of the national economy in the products of mechanical and chemical processing of wood and wood substances, but also to make a significant contribution to the production of heat and electricity on a national scale [1].

Wood processing enterprises leave behind secondary raw materials in the form of sawdust, bark, shavings, wood waste, which is of value to other producers. Particleboard (chipboard) and other products can be made from chopped wood. There are three real areas where low-quality wood is in demand – the production of chipboards, fuel chips and fuel pellets.

Today, the factories of the Republic of Belarus for the production of chipboard are loaded at 100 percent. Large funds are needed to expand their capacities. Wood

chips are a really demanded type of fuel, besides, the cost of its production is minimal. But there is one big «but»: it is a product of primary woodworking, and therefore has no added value. Taking into account the costs of its logistics (often transportation is more expensive than the cost of the product itself), it is unprofitable to send wood chips for export. But with fuel pellets, the situation is completely different.

Raw materials (sawdust, bark, shavings, etc.) enter the crusher, where they are crushed to the state of flour. The resulting mass enters the dryer, from it – to the pellet press, where the wood flour is compressed into granules. Compression during pressing increases the temperature of the material, the lignin contained in the wood softens and sticks the particles together into dense cylinders. The production of one ton of pellets takes about 2.3–2.6 cubic meters of wood waste, plus 0.6 cubic meters of sawdust is burned for each ton of products produced.

The finished granules are cooled, packed in various packages – from small bags (2–20 kg) to big bags (large industrial packaging) weighing up to 1 ton, or delivered to the consumer in bulk.

One of the most important advantages of fuel pellets is their high and constant bulk density, which makes it relatively easy to transport this bulk product over long distances. Due to the correct shape, small size and uniform consistency of the product, the granules can be poured through special sleeves, which makes it possible to automate the processes of loading and unloading, and also the combustion of this type of fuel.

Fuel pellets are environmentally friendly fuel with an ash content, as a rule, under 3 %. Granules differ from ordinary wood in their high dryness (humidity is only 8–12 %, and the moisture content of raw firewood is 30–50 %) and about 1.5 times higher density than firewood. These qualities provide a high calorific value. Compared to firewood, when burning a ton of pellets, approximately 3.5 thousand kW·h of heat is released, about the same (almost two times less) as when burning a ton of hard coal, one and a half times more than ordinary firewood, and only two times less than when using gas, fuel oil or diesel fuel.

The quality and type of granules depend on the raw materials and production. Wood pellets with a high bark content are usually dark in color, while debarked wood pellets are usually light in color. During the production process, for example, during drying, the granules can «burn» a little and then they turn from white to gray. But this does not always affect such consumer qualities of pellets as calorific value or ash content. It should be understood that the higher the content of bark and other impurities, the ash content increases and these products are considered low-grade.

According to STB 2027–2010 «Wood fuel pellets» must comply with the requirements of this standard [2]. According to the quality indicators, the granules produced at the factories of the Republic of Belarus are divided into three groups:

- humidity not more than: 1 group – 10 %; group 2 – 12 %; group 3 – 12 %;
- ash content not more than: 1 group 0.7 %; 2 group 1.5 %; 3 group 2.5 %;
- mechanical strength (wood dust content during abrasion of granules), not more than: 1 group – 0.8 %; group 2 – 2.3 %; group 3 – 6.5 %.

For the manufacture of granules, the main materials should be used:

- wood sawdust;
- chips;
- wood shavings;
- wood waste for fuel production;
- technical lignin;
- milling peat;
- low-quality wood, logging residues.

Depending on the materials used, the granules are divided into grades:

- GDT 1 – from coniferous wood;
- GDT 2 – from hardwood;
- GDT 3 – from a mixture of coniferous and hardwood;
- GDT 4 – from a mixture of coniferous and hardwood with the addition of technical lignins;
- GDT 5 – from a mixture of coniferous and hardwood with the addition of milled peat;

– GDT 6 – from a mixture of coniferous and deciduous wood with the addition of plant waste from agricultural production (straw).

The system of the Ministry of Forestry of Belarus has all the conditions for the production of pellets in compliance with the current standard.

The first pellet production appeared about 15 years ago, at the beginning of the modernization of woodworking industries. In 2007, rather tough decisions were made: weak shops were closed, and considerable funds were invested in the most promising ones, trying to make them as modern and functional as possible. At the same time, the task of processing sawmill waste was solved, that is, involving into circulation all the wood processed in the workshops. The created productions in the amount of five factories were small and were able to produce about 14 thousand tons of fuel pellets per year. The production of pellets in the republic became quite a cost-effective measure, since the equipment of workshops on the secondary market was inexpensive, sawdust was practically free, and their drying was carried out with the same unused woodworking waste. The profit received from the sale of pellets made it possible to purchase new, more efficient and reliable equipment.

Since that period, the industry has taken a more active course towards waste-free production. Recycling woodworking and sawmill waste is not just a necessity, but one of the ways to increase the profitability of an enterprise.

In 2021, 180.6 thousand tons of pellets were exported, 6.7 thousand tons were sold on the domestic market. Pellets were shipped to almost all EU countries (Poland, Lithuania, Slovenia, etc.). Fuel pellets were exported under various conditions – «departure station», «to the border», «destination station», «end consumer» at various prices – from 75 euros to 110 per ton.

The demand for pellets in large volumes, especially in the foreign market, has led to the need to increase pellet production.

There is a resource base in the republic. The total stock of wood in the republic is about 1.43 billion m. Every year, about half of the annual increase is cut. Thus, the produced pellets that Belarus supplies to Europe are obtained from sawmill and woodworking waste.

Waste from logging operations, the so-called logging residues, which are practically not used, remain a reserve for the production of pellets. The use of tree and shrub vegetation, which has been naturally renewed by low-value soft-leaved species, has great prospects. One of the priority areas for increasing the volume of harvesting of wood fuel raw materials for the production of pellets is the use of low-value plantations of gray alder, which grows on an area of 184 thousand hectares with a timber reserve of 22.6 million m³. In total, about 7 million cubic meters of wood waste is generated annually in the republic, the use of which is hampered due to the lack of effective technologies for their processing. The demand for pellets in large volumes, especially in the foreign market, has led to the need to increase pellet production. Today, there are 16 pellet plants with a capacity of 20–30 thousand tons/year each.

According to the Deputy Minister of Forestry of Belarus, if in 2018 the industry produced about 19 thousand tons of pellets, then over the past year and a half, only 162 thousand tons of fuel pellets were obtained at new production facilities built as part of the implementation of the pellet production development program [3].

The creation of new pellet plants has made it possible to ensure the reduction of firewood residues. Only in the forestry enterprises, on the basis of which production facilities for the production of industrial pellets (gray with bark) were put into operation, the balance of firewood at the beginning of the current year was significantly reduced. For example, in the Pruzhany forestry enterprise, in the presence of 35.8 thousand m³ of firewood residues as of 01.04.2020, their level as of 01.01.2021 amounted to 16.3 thousand m³ (decreased by 19.5 thousand m³, or by 1.5 times), for Mozyr experimental forestry – by 7.1 thousand m³ (1.6 times), for Klichev forestry – by 7.2 thousand m³ (1.2 times), for Kopyl experimental forestry – by 6.2 thousand m³ (by 2.3 times).

Thus, the construction of new factories for the production of fuel pellets made it possible to fully use low-grade wood, sawdust, and sawmill waste. «Today we are operating at the maximum of our production capacity. Our pellets are one of the most environmentally friendly fuels in the world. All resources should serve the country and the people with maximum effect. Wood processing is a strategic direction of the

forestry industry and foreign exchange earnings for the country»: said the Deputy Minister of Forestry of Belarus on January 12, 2022, during the opening of a new plant for the production of fuel pellets in the Starodorozhsky Experimental Forestry [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ледницкий, А. В., Протас, П. А. Организация производства прессованного древесного топлива // Труды БГТУ. Экономика и управление. – 2011. – Вып. 7. – С. 160–166.

2. Гранулы древесные топливные. Общие технические условия. СТБ 2027–2010. – Введ. 01.07.2010. – Минск: Госкомитет по стандартизации: БелГИСС, 2010. – 13 с.

3. Организации Минлесхоза за два года нарастили производство пеллет в 10 раз [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belta.by/regions/view/organizatsii-minleshoza-za-dva-goda-narastili-proizvodstvo-pellet-v-10-raz-479041-2022/> (дата обращения 07.03.2022).

РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

И. Е. Алексеева, А. М. Бессонова, Т. В. Богданов, Ю. Л. Малкова,
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ»

At the beginning of monitoring of water bodies of specially protected natural Sebezhsy National Park (Sebezhsy, Orono and Beloe lakes) was made a decision to study bottom sediments. The selection of non-stratified samples of surface bottom sediments makes it possible to determine the current, latest in time, anthropogenic impact on the studied water bodies. As the main indicator of anthropogenic impact was chosen the content of heavy metals and metalloids (Cu, Cr, Zn, Pb, Ni and As).

Национальный парк «Себежский» – особо охраняемая природная территория (ООПТ) федерального значения. Территория парка охватывает пределы Себежской возвышенности и занимает площадь более 500 км² (51081 га) [1]. Территория парка располагается на водоразделе бассейнов двух крупных рек – Западная Двина и Великая, но при этом все его реки (которых насчитывается 20) и гидрологическая сеть в целом относятся к бассейну Западной Двины. Такие озера парка, как Себежское, Ороно, Вятитерево, Глыбочно, Белое, Озерявы и Нечерица формируют единую систему водоемов, сообщающихся между собой через небольшие реки и протоки. Исследуемые озера Себежское, Ороно и Белое имеют ледниковое происхождение.

Методы исследования. В период проведения работ в 30.01.2022 по 04.02.2022 был проведен отбор нестратифицированных донных отложений на каждом из исследуемых озер (17 на Себежском, 12 на Ороно и 4 на Белом). Для отбора проб использовался дночерпатель Ван-Вина. Затем проба помещалась в герметичный полиэтиленовый мешок с вложенной этикеткой номера пробы.

Также, при помощи *GPS*-трекера в каждой точке пробоотбора фиксировались координаты. Весь процесс пробоотбора осуществлялся при соблюдении ГОСТ 17.1.5.01-80 «Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность».

Кроме того, в период проведения работ происходил отбор стратифицированных донных отложений с помощью пробоотборника ГОИН 1,5 м. Всего было отобрано 8 проб на озере Себежское и по 3 пробы на озерах Ороно и Белое. В данной работе представлен анализ поверхностного слоя отобранных колонок (глубина проб 0–20 см).

Далее, в качестве пробоподготовки для дальнейшего анализа, отобранные пробы донных отложений были высушены в сушильном шкафу, после чего измельчены с помощью пестика в ступке до тонкозернистого, пылеватого состояния для равномерного распределения по дну рабочего контейнера, помещаемого в анализатор.

Непосредственно анализ отобранных и обработанных проб донных отложений проводился рентгенофлуоресцентным методом с помощью рентгеновского анализатора AP–104 (далее – анализатор) [2]. В ходе анализа проб определялось содержание в них следующих металлов: Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, а также As (содержание мышьяка оказалось ниже порога обнаружения прибора - 5 ppm). Выбор данных элементов обоснован тем, что они являются главными индикаторами антропогенного воздействия на среду [3, 4].

Результаты обработки материалов. Национальный парк «Себежский» был учрежден в 1996 году, и до этого воздействие человека на данной территории не регламентировалось в соответствии с нормами заповедных территорий. Поэтому исследуются следы антропогенного воздействия в донных отложениях озер Себежское и Ороно, которые расположены в непосредственной близости от города Себеж. В качестве фонового объекта было принято озеро Белое, так как оно расположено на удалении в 9 км от города Себеж и потенциальных источников воздействия. Кроме того, данный водный объект гидрологически

отделен от двух других озер тремя водоемами, что препятствует миграции различных веществ.

Обсуждение результатов. Анализ результатов исследования заключается в сравнении полученных результатов содержаний тяжелых металлов в пробах поверхностных донных осадках озер Себежское и Ороно с озером Белое, принятым в качестве объекта фонового мониторинга, а также в изучении пространственного распределения тяжелых металлов в донных осадках по площади озер.

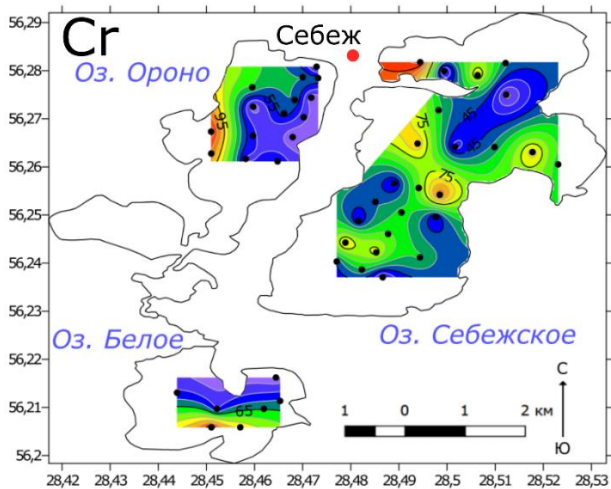
По представленным картам распределения содержания Cr, Cu, Ni, Pb и Zn (рис. 1, а–д соответственно) можно сказать, что наиболее интенсивное накопление данных элементов наблюдается в прибрежных частях озер, куда происходит поступление загрязняющих веществ.

Наиболее интенсивное загрязнение озера Ороно наблюдается в северной его части, где располагаются основные источники антропогенного воздействия на территорию национального парка (влияние селитебной зоны, а также предприятий, таких как МУП «Райводоканал» и МУП Себежского района «Теплоэнергия», расположенных на северном берегу озера Ороно).

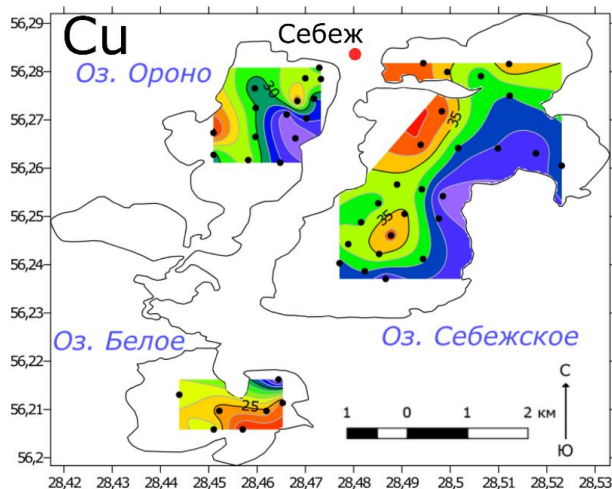
Наибольшее содержание анализируемых элементов в донных осадках озера Себежское наблюдается в его северо-западной части, на берегу которой непосредственно расположен город Себеж и потенциальные источники воздействия. Наименьшие абсолютные значения среди изучаемых озер наблюдаются на озере Белом, принятом в данном исследовании за фоновое. Однако в данном водоеме наблюдается накопление Cr, Cu, Ni, Pb и Zn в наиболее глубоких центральных участках озера, куда происходит постепенная миграция поступающих в исследуемые водный объект веществ.

Среди изучаемых элементов наибольшими абсолютными значениями обладает Zn, максимальное содержание которого обнаружено в северной части озера Ороно и северо-западной части озера Себежское, и составило 141 мг/кг и 163 мг/кг соответственно. В донных отложениях озера Белое его содержание варьирует от 59 до 122 мг/кг. Следовательно, можно сделать вывод о более

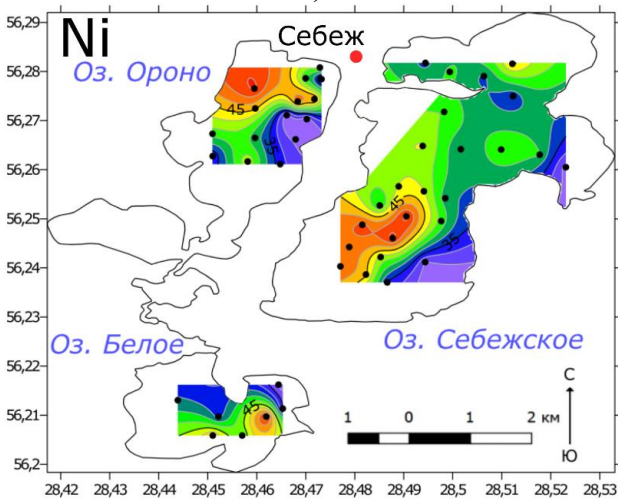
интенсивном антропогенном воздействии на изучаемые озера по сравнению с фоновыми территориями.



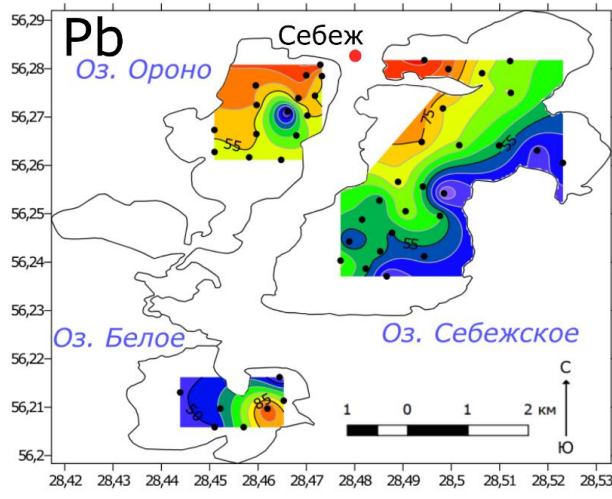
а)



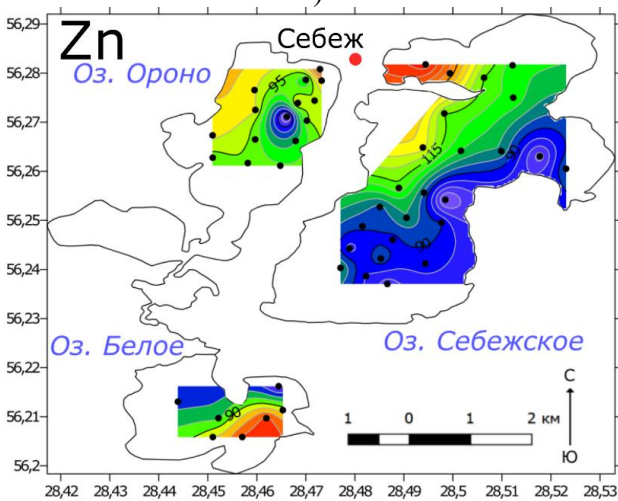
б)



в)



г)



д)

Рис. Карты-схемы распределения содержания Cr (а), Cu (б), Ni (в), Pb (г) и Zn (д) в донных отложениях озер Себежское, Ороно и Белое

В целом, наибольшее содержание Cr, Cu, Ni, Pb и Zn по абсолютным значениям содержания данных элементов в донных отложениях наблюдается на озерах Себежское и Ороно, расположенных непосредственно вдоль косы, на которой находится город Себеж.

Выводы.

1. Наиболее интенсивное накопление изучаемых металлов наблюдается в прибрежных частях озер, куда происходит поступление загрязняющих веществ в исследуемые водоемы с их водосборной территории.

2. На северных участках исследуемых озер Себежское и Ороно, на берегу которых непосредственно расположен город Себеж, наблюдаются высокие показатели содержания Cr, Cu, Ni, Pb и Zn относительно значений, зарегистрированных на озере Белом, принятом в качестве фонового, что свидетельствует о наличии антропогенного воздействия на них.

3. Вследствие отсутствия установленных нормативов содержания тяжелых металлов в донных осадках оценка загрязненности территории проводится с помощью сравнительного анализа фоновых значений озера Белое с полученными значениями на озерах Себежское и Ороно. Так, касательно цинка, обладающего наибольшими значениями среди изучаемых веществ, самые высокие его концентрации зарегистрированы в северо-западной и северной частях озер Себежское и Ороно и составили 163 мг/кг и 141 мг/кг соответственно в то время, как на озере Белом содержание данного элемента варьирует от 59 мг/кг до 122 мг/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Себежский национальный парк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://seb-park.ru/about/> (дата обращения 31.03.2022)

2. Грабовский, А. В. Анализатор рентгеновский AP-104. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Особое конструкторское бюро НПО «Рудгеофизика». – Ленинград, Малое Государственное предприятие «Гея», 1991.

3. Терехова, А. В., Зеленковский, П. С., Подлипский, И. И., Хохряков, В. Р. Определение фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах и донных осадках центральной части национального парка «Смоленское Поозерье». // В сб. «Экологические проблемы недропользования». Материалы XVII международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. 2017. – С. 67–74.

4. Коннонова, Л. А., Подлипский, И. И., Зеленковский, П. С., Хохряков, В. Р. Расчет коэффициента суммарного загрязнения в почвах и донных отложениях рекреационной зоны национального парка «Смоленское Поозерье» // В сб. «Экологические проблемы недропользования». Материалы XVI международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. 2016. – С. 260–262.

I. E. Alekseeva, A. M. Bessonova, T. V. Bogdanov, Yu. L. Malkova,
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

REGULARITIES OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF SOME LAKES OF THE NATIONAL PARK "SEBEZHSKI"

В. Г. Лисиенко¹, Ю. Н. Чесноков¹, А. В. Лаптева²,

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

²Уральский государственный экономический университет,
Екатеринбург, Россия

РИСКИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ ОТ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Global warming is the process of gradually increasing the average annual temperature of the Earth's atmosphere and the oceans. According to the UN Interstate Panel on Climate Change (IPCC), the average temperature across the Earth has risen by 0.7 °C compared to the start of the industrial revolution (from the second half of the 18th century), and that «a large proportion of the warming observed in the last 50 years is caused by human activity» primarily the release of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄).

Глобальное потепление – процесс поэтапного повышения среднегодовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. По мнению Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН средняя температура по Земле повысилась на 0,7 °C в сопоставлении со временем начала промышленной революции (со второй половины XVIII века), и что «большая доля потепления, наблюдавшегося в последние 50 лет, вызвана деятельностью человека», прежде всего, выбросом газов, приводящих к парниковому эффекту, например, углекислый газ (CO₂) и метан (CH₄).

Оценки, полученные по климатическим моделям, которыми руководствуется МГЭИК, показывают, что в XXI столетии средняя температура поверхности Земли может увеличиться на величину от 1,1 до 6,4 °C. Как предвидится, потепление и повышение уровня Мирового океана будут происходить в течение тысячелетий, даже в случае обеспечения устойчивого уровня парниковых газов в атмосфере. Этот эффект объясняется большой теплоемкостью океанов.

Помимо увеличения уровня Мирового океана рост глобальной температуры также вызовет изменения в количестве и распределении атмосферных осадков. По этой причине могут стать более частыми природные катаклизмы, например, наводнения, засухи, ураганы и другие, сократится урожай сельскохозяйственных культур, и вымрут многие биологические виды.

Потепление должно, скорее всего, увеличивать и масштаб таких явлений.

Часть исследователей полагают, что глобальное потепление – это домысел, некоторые ученые отвергают возможность воздействия человека на этот процесс. Есть те, кто не опровергает факт потепления и принимает его антропогенную природу, но не принимает то, что самыми опасными из воздействий на климат являются промышленные выбросы парниковых газов.

Глобальное потепление не подразумевает потепление везде и всегда. А именно, в конкретной местности может вырасти средняя температура лета и снизиться средняя температура зимы, таким образом климат будет более континентальным. Глобальное потепление можно установить, только лишь усреднив температуру по всем географическим локациям и по всем сезонам.

Потребность и конкретные числа уменьшения выбросов парниковых газов в нашей стране аргументирована в докладах Президента Российской Федерации В. В. Путина на VII сессии Генеральной Ассамблеи ООН и на XXI Конференции по климату (2015 год). На значимость уменьшения выбросов парниковых газов указывает Федеральный закон от 21 июля 2014 года № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные Законодательные акты Российской Федерации». В данном законе указана обязательность создания банка наилучших доступных технологий (НДТ), ориентирующих предприятия на экономию энергоресурсов и на устранение негативного воздействия на окружающую среду [1].

Объемная эмиссия парникового газа CO_2 происходит в черной металлургии. Выделяющиеся газы водород, оксид углерода и метан (парниковый газ) в технологических процессах образуют вторичные энергетические ресурсы, эти газы сгорают до диоксида углерода при их применении. В мире применяется термин углеродный след – это эмиссии углеродосодержащих газов, образующихся в совокупности всех процессов при производстве некоторой продукции [2].

В черной металлургии под углеродным следом стали подразумевается эмиссия диоксида углерода в процессах добычи, транспортировки и подготовки

ресурсов, далее называемая сквозной эмиссией, M_c . Каждый агрегат характеризуется эмиссиями: прямой $M_{пр}$, косвенной M_k (рис. 1) и транзитной M_t . Имеет место соотношение $M_c = M_{пр} + M_k + M_t$.

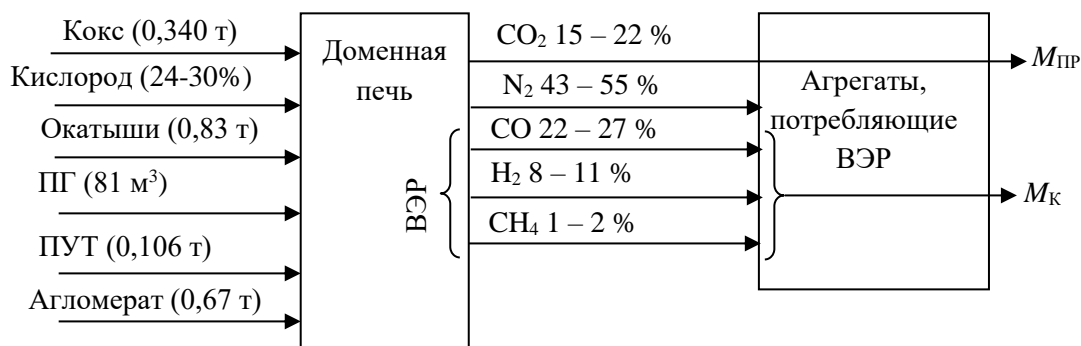


Рис. 1. Эмиссия CO_2 в агрегатах черной металлургии

На рисунке 2 изображены потоки технологических газов при производстве стали из чугуна с использованием кислородного конвертера.

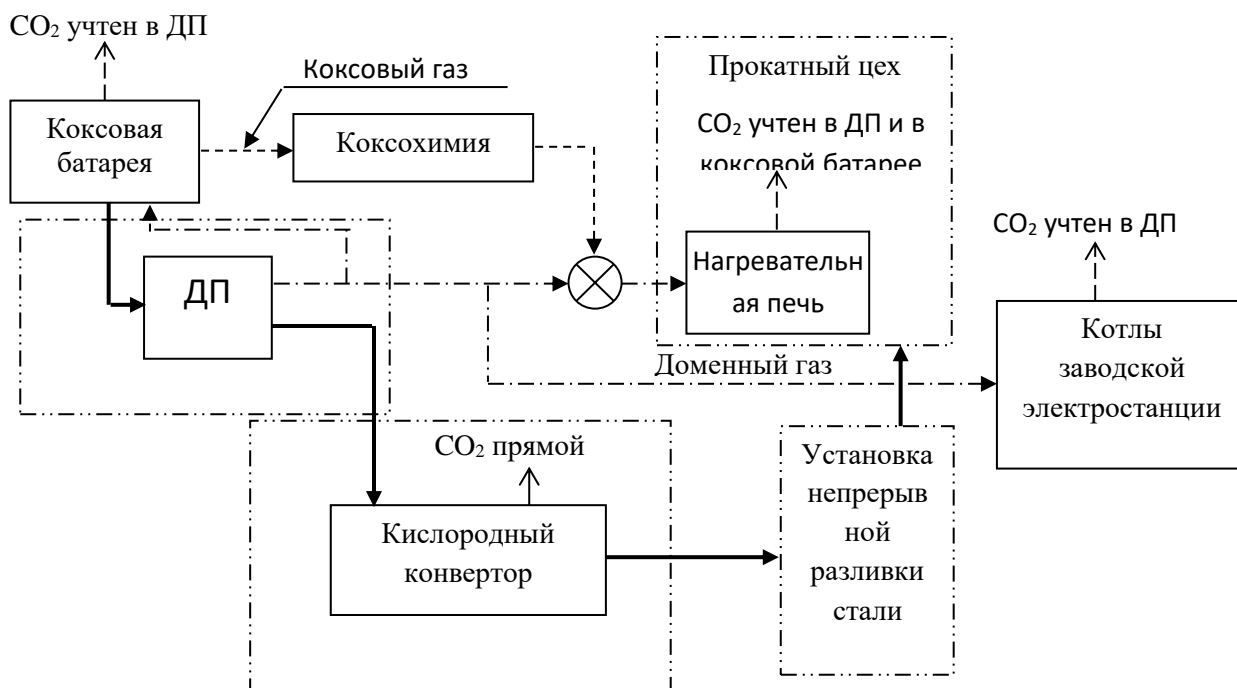


Рис. 2. Потоки газов при производстве чугуна

1. Выбросы CO_2 прокатного цеха и котлов электростанции относятся к выбросам доменной печи, потому что она является причиной появления огромных объемов CO , которые дожигаются до CO_2 . Таким образом, по представленной методике нельзя определить плату за выбросы, например,

прокатного цеха, в случае если его нагревательные печи отапливаются только доменным и коксовым газом.

2. Этот подход дает возможность оценить весь диоксид углерода, причиной появления которого является доменная печь. Это нужно для сравнительной оценки различных агрегатов.

3. При данном подходе информация о соотношениях газов на выходе ДП, на входе в нагревательную печь и т. п. не имеют значения.

4. Интегральная эмиссия при данном подходе с большой точностью рассчитывается через массу сгоревшего углерода в доменной печи за вычетом его перехода в чугун. При присутствии в шихте карбонатов выбросы CO_2 возрастают за счет их термического разложения.

В таблице 1 определены значения эмиссий диоксида углерода при работе разных агрегатов.

В таблице 2 определены значения сквозных эмиссий диоксида углерода (углеродного следа) при производстве стали при сочетании разных агрегатов.

Таблица 1

Эмиссии диоксида углерода агрегатов черной металлургии

Процесс	Эмиссия CO_2 , кг/т
Агломерационная машина	319
Производство железорудных окатышей	65
Коксохимическое производство (косвенная эмиссия)	392
Доменная печь с вдуванием природного газа	1 398
Доменная печь с природным газом и пылеугольным топливом	1 439
Кислородный конвертер	144
Электродуговая печь	88,9
Производство электроэнергии	1,084

Сквозные эмиссии диоксида углерода различных сочетаний агрегатов черной металлургии при производстве стали

Переделы	Сквозная эмиссия CO ₂ на 1 т продукции	
	Массовая, кг	Объемная, м ³
Электродуговая печь на ломе	1 021	516
Доменная печь + электродуговая печь	1 401	709
Доменная печь + кислородный конвертор	2 166	1 096

Из таблиц следует вывод, что минимальный углеродный след или сквозную эмиссию можно получить при выплавке стали из чугуна доменной печи в электродуговой печи. Т. е. минимальный риск глобального потепления гарантирует сочетание работы доменной и электродуговой печей.

1. Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения : справочное издание : в 2-х книгах. Книга 2 / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев; под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2002. – 768 с.

2. Лаптева, А. В. Оценка эмиссии парникового газа CO₂ в процессе огневого рафинирования меди / А. В. Лаптева, В. Г. Лисиенко, Ю. Н. Чесноков, С. И. Холод // Материалы международного симпозиума «Инженерная экология – 2017». – Москва, 5–7 декабря 2017 г. – М. : МТУСИ, 2017. – С. 208–211.

V.G. Lisienko¹, Yu.N. Chesnokov¹, A.V. Lapteva²

¹The Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²Urals State Economic University, Yekaterinburg, Russia

GLOBAL WARMING RISKS GREENHOUSE GAS EMISSIONS

В. С. Мушников, В. В. Вьюхин, Н. А. Шакирова, Н. А. Печнина,
Т. А. Ярина, В. И. Лихтенштейн,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОБЪЕКТЕ ЭКОНОМИКИ

Information about the classification of fires is given, technogenic, natural and anthropogenic causes of their occurrence are considered. An approved method for calculating thermally safe distances from the fire source, thermally safe distances for neighboring houses and determining the size of smoke zones is presented.

Пожары занимают особое место среди разнообразных чрезвычайных ситуаций. Причины возникновения пожаров могут быть техногенными, природными, антропогенными. К основным причинам относятся следующие:

- несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, либо по причине их неисправности;
- неосторожное обращение с огнем;
- самовозгорание веществ и материалов;
- грозовые разряды;
- боевые действия;
- неправильное пользование газовым оборудованием;
- солнечный луч, действующий через различные оптические системы;
- умышленный поджог.

Статья 8 Технического регламента [2] определяет классы пожаров:

- класс *A* – пожары твердых горючих веществ и материалов;
- класс *B* – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов;
- класс *C* – пожары газов;
- класс *D* – пожары металлов;
- класс *E* – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением;
- класс *F* – пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Различают негорючие, трудно горючие и горючие вещества и материалы. Негорючие (несгораемые) не способны гореть в воздухе. Трудно горючие (трудно сгораемые) при нагревании способны воспламеняться от внешнего источника зажигания, но после его удаления самостоятельно не горят. Горючие (сгораемые) способны воспламеняться и самостоятельно гореть после удаления источника зажигания. Горючие вещества делятся на легко воспламеняющиеся и трудно воспламеняющиеся.

Температура обычного пожара во внутренних помещениях строений превышает 900 °С. После возгорания горючих жидкостей она доходит до 1300 °С, газы дают температуру 1200–1350 °С. Некоторые горящие вещества и материалы, например, термиты, магний и другие дают температуру свыше 3000 °С. Считается, что территория пожара включает области, где температура воздуха, газов и продуктов горения превышала 80 °С.

Поражающие факторы пожаров крайне негативно действуют на людей, животных, материальные ценности и окружающую среду. Зачастую в пожаре человек погибает не столько от открытого пламени, сколько от влияния токсичных продуктов горения. При вдыхании воздуха, содержащего 0,1 % окиси углерода, в течение часа наблюдается сильная головная боль, тошнота, мышечная слабость, судороги, потеря сознания.

Пожары наносят огромный вред народному хозяйству и людям.

Для определения безопасных для человека по термическому воздействию расстояний от очага пожара, безопасных расстояний для соседних домов по термическому воздействию и размеров зон задымления используется приведенная ниже методика [3].

1. По таблице 1 определяется кинематическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность $q_{кр}$, кВт/м².

Таблица 1

Критическое значение плотности потока падающего излучения, кВт/м²

$q_{кр}$	Воздействие на человека		
	Время (с) до получения ожога I степени	Время (с) до получения ожога II степени	
40	< 1,0	< 1,0	
35	< 1,0	< 1,0	
30	1,0	2,0	
20	2,0	3,0	
15	4,0	5,0	
10	6,0	9,0	
5	16,0	25,0	
4,2	20,0	40,	
1,5	Безопасно	Безопасно	
Воздействие на материалы			
14	возгорание древесины	1	через 10 мин
17,5	возгорание древесины	2	через 5 мин
35	возгорание ЛВЖ (3.1 ацетон, 3.2 бензол, 3.3 спирт)	3	через 3 мин
41	возгорание ГЖ (4.1 мазут, 4.2 масло и т. п.)	4	через 3 мин

2. Рассчитывается протяженность зоны теплового воздействия пожара R_n^t , м по формуле:

$$R_n^t = 0,28 * R_n^* * \sqrt{\frac{q_{соб}}{q_{кр}}}, \quad (1)$$

где: R_n^* – приведенный размер очага горения, м, равный: \sqrt{lh} – для горящих зданий, $2\sqrt{lh}$ – для штабеля пиленого леса, $D_{рез}$ – для горения резервуара;

$q_{соб}$ – плотность потока пламени пожара, кВт/м², определяемая по таблице 2.

Таблица 2

Плотность теплового потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м²

Вещество, материал	$q_{соб}$	Вещество, материал	$q_{соб}$
Ацетон	1200	Мазут	1300
Бензол	2500	Нефть	874
Бензин	1780–2200	Пиломатериалы	150
Керосин	1520	Древесина	260

3. Рассчитываются глубины зон задымления, соответствующие летальному и пороговому поражению людей Γ_i , м по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{34,2}{k_1 * \sqrt[3]{\frac{m*(a+b)}{k_2 * U_{пер} * D_i}}} \quad (2)$$

где m – масса токсичных продуктов, кг;

a, b – доли массы токсичных продуктов (образующихся при пожаре или находящихся в зоне горения и выделяющиеся в атмосферу) в первичном и вторичном облаках, соответственно (определяется по таблице 3; для продуктов горения $a = 1, b = 0$;

k_1 – коэффициент шероховатости подстилающей поверхности, определяется по таблице 3;

k_2 – коэффициент степени вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА), определяется по таблице 3;

$u_{пер}$ – скорость переноса дыма, выбирается равной (1,5–2);

D_i – соответствующая (летальная или пороговая) токсидоза, мг мин/л, определяется по таблице 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов шероховатости подстилающей поверхности и СВУА

№	Тип подстилающей поверхности	k_1	№	СВУА	k_2
1	Открытая местность	1	1	Инверсия	1
2	Степь, с/х угодья	2	2	Изотермия	1,5
3	Кустарники	2,5	3	Конвекция	2
4	4.1 Лес, 4.2 Городская застройка	3,3			

Таблица 4

Значения токсидоз и коэффициентов a и b

АХОВ	Горящий материал	Токсидоза, мг мин/л		Коэффициент	
		$D_{лег}$	$D_{пор}$	a	b
Аммиак		60	18	0,2	0,15
Оксид углерода	Каучук, оргстекло, винипласт	60	25	1,0	0,0
Оксид азота	Нигрол, оргстекло	3	1,5	0,0	0,03
Диоксид серы	Каучук, сера	70	1,8	0,2	0,15
Фосген	Фторопласт	6	6,2	0,07	0,15
Хлор		6	0,6	0,2	0,15

4. Рассчитывается ширина зон задымления B_i , м по формуле:

$$B_i = \Delta + \Delta B_i, \quad (3)$$

где: Δ – ширина зоны горения, м;

ΔB_i – коэффициент, равный: 0,1 Γ_i – при устойчивом ветре, 0,4 Γ_i – при неустойчивом ветре.

Данная методика оценки обстановки при пожаре на объекте экономики внедрена в учебный процесс в нашем университете как практическое занятие для студентов всех форм обучения всех специальностей по курсу «Безопасность жизнедеятельности».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69 ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Р. Я. Хамидуллин, И. В. Никитин – Москва: Университет «Синергия», 2020. – 138 с.

Valery S. Mushnikov, Vladimir V. Vyukhin, Nadezhda A. Shakirova,
Natalia V. Pechnina, Tatiana A. Yarina, Vladimir I. Lichtenstein
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

ASSESSMENT OF THE SITUATION IN CASE OF FIRE AT THE ECONOMIC FACILITY

А. А. Цыганова,
*Белорусский Государственный Технологический Университет, Минск,
Республика Беларусь*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ГЕРБИЦИДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

The work summarizes the results of ecological monitoring of the risk of herbicides used for corn crops in modern cultivation technologies.

Для продовольственной безопасности страны необходимо обеспечить высокий уровень продуктивности сельскохозяйственных культур при оптимальном качестве продукции, сохранении или улучшении агроэкологических показателей окружающей среды.

Важнейшую роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур играет борьба с сорной растительностью. Современная стратегия использования гербицидов требует постоянного контроля за их количественным содержанием во всех элементах агроценоза [1]. Согласно «Государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории РБ» в обязательном порядке требуется соблюдать рекомендованную норму расхода препаратов, учитывая при этом фазу развития культуры, сроки и кратность обработки. Соблюдение регламентов обеспечивает высокую биологическую и экономическую эффективность, безопасность для окружающей среды и гарантирует соответствие качества продукции по допустимому уровню содержания остаточных количеств гербицидов [2].

В последние годы в технологии возделывания кукурузы используются гербициды с низкими нормами расхода, но при этом очень высокой биологической активностью. Остатки некоторых из этих гербицидов могут сохраняться в почве в течении нескольких лет, воздействуя на последующий севооборот. Это явление носит название «последствия гербицидов» и его можно оценивать двусторонне. С одной стороны, пролонгированное действие гербицида – это хорошо, поскольку снижается засоренность посевов. Однако с

другой стороны, при таком воздействии могут существенно угнетаться культурные растения, особо чувствительные к остаткам гербицида.

Необходимо помнить, что на скорость разложения пестицидов влияют множество факторов: концентрация действующего вещества, его норма расхода, количество осадков в вегетационном периоде, кислотность и температура почвы, процентное содержание гумуса и т. д. Наличие данных факторов существенно затрудняет формирование прогноза по фитотоксичности препаратов для последующей культуры севооборота.

В настоящее время в посевах кукурузы применяются гербициды IV из класса сульфонилмочевин, которые достаточно безопасны для человека и теплокровных животных и других объектов агрофитоценоза. Эти препараты имеют небольшую норму расхода, быстро разрушаются в почве и окружающей среде. Несмотря на быстрое разрушение данных гербицидов, их оставшиеся количества могут оказаться токсичными для отдельных сельскохозяйственных культур. К сульфонилмочевинам высокочувствительны: рапс, редис, гречиха, соя, вика, относительно устойчивы – зерновые [3].

В таблице представлены данные по последствию основных гербицидов, применяемых в посевах кукурузы в Республике Беларусь, на последующие сельскохозяйственные культуры.

Фитотоксичность гербицидов зависит от множества факторов и усиливается при использовании максимальных норм расходов препаратов, на легких почвах, при сухих погодных условиях после обработки. Последствие гербицидов значительно уменьшается после внесения минеральных удобрений, перепашки и дискования почвы. Нельзя применять один и тот же гербицид повторно в течении одного вегетационного периода.

Последствие гербицидов, применяемых в посевах кукурузы, на последующие сельскохозяйственные культуры

Гербицид	Ограничения по возделыванию в севообороте
1	2
Бейтон, ВГ;2,4 –Д,720г/л, в.р.к.; Дикопур Ф, в.р.; Дротик, ККР; Элант, КЭ; Эстерон, 564 г/л.к.э.; Эстерон 600, КЭ; Эндимион, КЭ	Осенью того же года можно высевать озимый рапс и озимые зерновые. Весной: картофель, рапс, сахарную свеклу, лен, зерновые, кукурузу.
Секатор Турбо, МД	Нет ограничений для последующих культур в севообороте.
Балерина, СЭ; Метеор, СЭ; Прима, СЭ; Примадонна, СЭ; Ассолюта, МК; Астериск, СЭ; Камаро, СЭ	Осенью; озимые зерновые, озимый рапс, злаковые травы. Весной следующего года: зерновые, яровой рапс, многолетние злаковые травы, сахарную и кормовую свеклу, кукурузу, сорго, подсолнечник, томаты, картофель, капусту, лен. Люцерну – через 10–11 месяцев после применения гербицидов, горох, сою, бобы – через 14 месяцев.
Элант премиум, КЭ; Диален Супер, ВР, Диамакс, ВРДикасорн, ВР; Дикопур Топ, ВРЛаурук, ВР	Осенью: озимые зерновые. Весной нет ограничений для последующих культур в севообороте.
Базагран,480 г/л в.р.	Нет ограничений для последующих культур в севообороте.
Фронтьер Оптима, КЭ	Безопасен для последующих культур в севообороте.
Акрис, СЭ	Нет ограничений для последующих культур в севообороте.
Дублон Супер, ВДГ, Корлеоне КЭ; Милагро Плюс, МД	Осенью: озимая пшеница. На следующий год после применения можно высевать любую культуру.
Титус Плюс, ВДГ	Осенью и весной можно высевать любые последующие культуры.
Стеллар, ВРК; Стеллар Стар, ВРК	Осенью: озимые зерновые. Весной – яровые зерновые, рапс, кукурузу, картофель. Через 18 месяцев – сахарную свеклу и зернобобовые.
Агрон, ВР; Агрон Гранд, ВДГ; Лонтрел 300, ВР	На следующий год высевать все культуры кроме пасленовых.
Суперкорн, МД	Осенью: озимую пшеницу, ячмень, райграс, а также озимый рапс, если проведена механическая обработка почвы на глубину 20-25 см. На следующий год не рекомендуется высевать сахарную, столовую и кормовую свеклу, бобовые культуры, томаты и гречиху. Подсолнечник, сою и рапс в севообороте рекомендуется высевать после механической обработки почвы на глубину 15 – 20 см.

1	2
Каллисто, СК; Франкорн, КС; Эгида, СК; Сатурн Дуо, МД; Элюмис, МД	Осенью после глубокой вспашки – озимые зерновые и рапс. Не высевать на год сахарную, кормовую и столовую свеклу, горох, бобы
Дублон, СК; Иканос, МД; Инновейт, КС; Милано, КС; Никоган, МД; Никостар 40 КС; Прессинг, СК; Самсон 4, СК; Самсон Экстра, МД; Сатурн, МД; Хорс, ВДГ; Дублон Голд, ВДГ; Николекс Плюс, ВДГ; Фазтон Турбо, МД	Осенью: озимый ячмень или пшеница. Существует вероятность повреждения последующей культуры севооборота на почвах со щелочной реакцией в том случае, если после применения гербицида и до посева последующей культуры преобладали засушливые условия (можно использовать устойчивые культуры: зерновые, рапс, сою)
Кельвин Плюс, ВДГ	Не высевать на следующий год сахарную свеклу после применения гербицида при рН почвы 6–7,5
Стомп, 33 % к.э.; Стомп Профессионал, МКС	Ограничений в севообороте нет
Гезагард, КС (смешанные посевы кукурузы с подсолнечником)	Его применение не опасно для следующих культур в севообороте
Гримс, ВДГ; Кассиус ВРП; Маис, СТС; Майтус, в.г.; Сатир, ВДГ; Титус, 25% с.т.с; Эскудо, ВДГ; Балансир, МД; Префект, ВДГ	Нет ограничений для последующих культур в севообороте
Базис, 75 % в.р.г; Бату, ВГ; Коррсан, ВРГ; Леоний, 75 % в.г; Реванш, ВДГ; Риф Макс, ВРГ; Сатир Плюс, ВДГ; Таран, ВДГ; Эклат, в.г.	Нет ограничений для последующих культур в севообороте
Гардо Голд, КС; Экстракорн, СЭ; Камелот, СЭ	Не оказываю влияния на последующие культуры в севообороте, полностью разлагаясь в почве в течении вегетационного периода вегетации
Люмакс, СЭ; Гебисан, СЭ	Осенью после глубокой вспашки – озимые зерновые и рапс. Не высевать на следующей год сахарную, комовую и столовую свеклу, горох, бобы
Аденго, КС	Осень: озимая пшеница. Минимальный период после обработки им для сева озимого ячменя и озимого рапса составляет 4-5 месяцев. Следующей весной можно высевать яровые зерновые, бобовые, сахарную свеклу, подсолнечник, сою, фасоль
Майс Тер, ВДГ; Майс Тер Пауэр, МД	Посев большинства культурных растений с возможен в рамках и обычной смены культуры в севообороте. В случае сева культур, чувствительных к сульфанил мочевинным препаратам, необходима глубокая вспашка

С целью снижения накопления действующих веществ гербицидов в почве рекомендуется чередование гербицидов с разными действующими веществами либо использование баковых смесей. В отдельных случаях возможно использование посев тест-растений. Это несколько затягивает сроки сева, но значительно снижает вероятность гербицидного последействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Немченко, В. В. Современные средства защиты растений и технологии их применения/ В. В. Немченко [и др.]; под общей редакцией В. В. Немченко. – Куртамыш, 2006. – С. 9–10.

2. Сорока, С. В. Использование гербицидов с учетом их возможного фитотоксического последствия / С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская, Л. И. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Институт защиты растений»; гл. ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж МОУП «Несвиж. Укруп. тим. им. С. Будного», 2009. – Вып. 33, ч 1. – С. 45–54

3. Привалов, Ф. И. Рекомендации по возделыванию кукурузы на зерно и зеленую массу / Ф. И. Привалов, Н. Ф. Надточаев, Д. В. Лужинский. – Минск: Журнал «Белорусское сельское хозяйство». – 2016. – 52 с.

A. A. Tsyganova,
Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

THE ASSESMENT OF THE ENVIRONMETAL SAFETY OF HERBICIDES USED FOR CORN CROPS.

I. Yermak, A. Garmasa, M. Balakir,
Belarusian State Technological University, Belarus

FOREST RESTORATION AND FORESTRY ON TERRITORIES CONTAMINATED WITH CESIUM-137

Since the accident at the Chernobyl nuclear power plant, there have been noticeable changes in the current radiation situation. In many respects, this was facilitated by the implementation of a set of protective measures, the main of which is the forests reproduction in contaminated areas.

The natural environment radioactive contamination on the territory of Belarus began immediately after the explosion of the reactor. An analysis of radioactive contamination by Cesium-137 on the European continent shows that about 35% of Chernobyl fallout is located on the territory of Belarus. Contamination of Belarus with Cesium-137 with a density of over 37 kBq/m² amounted to 23% of the total area of the republic, including 20.1 thousand of square kilometers of the forest fund (for Ukraine – 5%, Russia – 0.6%). Given the scale and severity of the consequences of the disaster, the territory of the republic was declared a zone of ecological disaster.

The maximum level of soil contamination with Cesium-137 was recorded in the Gomel and Mogilev regions. In parts of the Brest, Grodno and Minsk regions, radioactive contamination reached up to 15 Ci/km² [1].

Over the years since the accident, there have been significant changes in the radiation situation: the radioactive decay of short-lived isotopes and the migration deep into the soil of long-lived isotopes, the partial radioactive decay of Cesium-137 (half-life of 30 years) led to a significant decrease in the level of gamma radiation.

The main part of the contaminated forests is under the jurisdiction of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus (83 %) and the Department for the Elimination of the Consequences of the Catastrophe at the Chernobyl Nuclear Power Plant of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus (13.8 %). As of January 1, 2022, the area of radioactive contamination of the forest fund of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus amounted to 1194,43 thousand hectares [2].

Zone 1-1 to 5 Ci/km² (residence zone with periodic radiation monitoring) – the area of radioactive contamination is 849.23 thousand hectares (71,10 %).

Zone 2 – 5 to 15 Ci/km² (zone with the right of resettlement) – the area of radioactive contamination is 284.22 thousand hectares (23.79 %).

Zone 3 – 15 to 40 Ci/km² (zone of subsequent resettlement) – the area of radioactive contamination is 60.74 thousand hectares (5.09 %).

Zone 4 – above 40 Ci/km² (zone of priority resettlement) - the area of radioactive contamination is 0.24 thousand hectares (0.02 %).

The radiation situation in the contaminated forests is stabilizing. Over time, the areas of each zone of radioactive contamination decrease, and there is a transition from a zone with a higher contamination density to a zone with a lower contamination density (table 1).

Table 1

Distribution of the forest fund of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus according to the severity of radioactive contamination [2]

Region	Territory, thousands of hectares	Area of contamination, thousands of hectares					
		total, thousands of hectares	by zones				
			1–2 Ci/km ²	2–5 Ci/km ²	5–15 Ci/km ²	15–40 Ci/km ²	40+ Ci/km ²
Brest	438,8	72,32	49,05	21,21	2,06	-	-
Gomel	16,61,2	741,95	266,08	236,07	196,47	43,09	0,24
Grodno	274,3	12,77	11,97	0,8	-	-	-
Minsk	521,3	26,45	20,15	6,19	0,11	-	-
Mogilev	928,5	340,94	121,99	115,72	85,58	17,65	-
Total	3824,1	1194,43	469,24	379,99	284,22	60,74	0,24

To ensure sustainable forest management in areas of radioactive contamination, a set of protective measures is being implemented, the main of which are reforestation and afforestation, protection of forests from fires, and ensuring radiation safety of workers. Reforestation and afforestation in zones of radioactive contamination are carried out in accordance with the Decree of the Ministry of Forestry of the Republic

of Belarus «Regulations on the procedure for reforestation and afforestation» and «Rules for forestry in areas exposed to radioactive contamination» [3, 4].

Reforestation of the forest fund, afforestation, and creation of forest plantations is carried out in all zones of radioactive contamination.

In zones 1–3, it is allowed to create permanent forest seed bases (such as forest seed plantations and plots) and harvesting seeds of forest plants. In zone 4, permanent forest seed bases are used for scientific and experimental purposes.

Permanent and temporary forest nurseries are established in zones 1 and 2. Planting material of forest plants (seedlings, saplings, cuttings, planting material with a closed root system) is used to create forest plantations in forests in all zones of radioactive contamination.

In zone 4, all non-forested lands are left for natural reforestation. The promotion of natural reforestation is carried out in zones 1–3.

Table 2 provides data on the reproduction of forest plantations on lands territories with radionuclides for 2021.

Table 2

Forest restoration and forestry on territories contaminated with Cesium-137

Region	Reforestation – total hectares	Including with the level of soil contamination		
		1–5 Ci/km ²	5–15 Ci/km ²	15–40 Ci/km ²
Republic of Belarus	7937	5899	1349	689
Ministry of Forestry, including	7487	5790	1349	348
Brest region				
Gomel region	441	439	2	-
Grodno region	5566	4310	1074	182
Minsk region	53	53	-	-
Mogilev region	58	58	-	-
	1369	930	273	166
Excluded from agricultural use				
Republic of Belarus	318	40	4	274
Ministry of Forestry, including	20	16	4	-
Gomel region	16	16	-	-
Mogilev region	4	-	4	-

Afforestation can significantly improve the ecology of the contaminated territories, especially on lands of former agricultural use, as it transfers a significant part of the polluted waters surface runoff into subsoil, reduces wind speed and reduces the transfer of radionuclides along with the dusty part of the soil uncovered by vegetation.

Soil radioactive contamination is not an obstacle to the growth and development of trees. Restrictions in reforestation are due to the need to ensure the radiation safety of workers, which does not always make it possible to meet forestry requirements for optimizing the conditions for the growth of forest plantations.

Radioactive contamination of soils requires a special approach for work processes, therefore, in order to create forest crops, it is necessary to follow special measures to ensure afforestation without harm to health and the environment:

- in the presence of fruit-bearing forest edges or stand alone trees, the seeding capacity of those should be used with the adoption of measures to promote the natural renewal of trees;

- when creating forest plantations, the necessary minimum of production operations is provided, with the goal of reducing labor costs, time spent by workers on forest cultivation areas, and the possibility of re-transfer of soil radionuclides with dust;

- afforestation of radionuclide-contaminated lands should be carried out in early spring or late autumn on moist soil, preferably in calm weather. The movement of workers is carried out along the furrows, where the gamma contamination is the lowest. The furrows as also used to store planting material and tools.

ЛИТЕРАТУРА

1. Последствия Чернобыльской катастрофы для Беларуси. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://18gp.by/novosti/841-posledstviya-chernobylskoj-katastrofy-dlya-belarusi> (дата обращения 15.03.2022).

2. Обновлен список лесхозов в зонах радиоактивного загрязнения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://chernobyl.mchs.gov.by/novosti/380749/> (дата обращения 15.03.2022).

3. О некоторых вопросах воспроизводства лесов в области лесовосстановления и лесоразведения: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 19 декабря 2016 года, № 80 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.01.2017, 8/31578.

4. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, 27 декабря 2016 года, № 86 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.02.2017, 8/31754.

РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА

С. А. Гиясов,

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

Научный руководитель: директор МБОУ СОШ № 20 С. Н. Сомов

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА

The article analyzes the problem of environmental education and culture, considers the current idea of switching to eco-products, and a survey of students of school number 20 was conducted as part of the research part.

Экологическая культура начинает формироваться в семье, затем в школе, университете, на работе. Задача родителей и педагогов не просто дать знания об экологической культуре, а заложить фундамент и сформировать у ребенка ответственное отношение к природе [1].

В XXI веке как никогда раньше становится актуальным вопрос об экологической компетентности в связи с массовыми и масштабными производствами той или иной продукции, из-за чего загрязняется атмосфера. Загрязнение воздуха является одним из глобальных экологических проблем, особенно это касается жителей мегаполисов [2]. Популярным становится продукция из «ЭКО». Процесс утилизации отходов приобретает значимый и важный характер, и многие корпорации для большей лояльности к своей продукции и для поддержания имиджа не пренебрегают вопросами об экологической культуре. Широкий ассортимент эко-продуктов, товары из эко-материалов приобретают массовую популярность, т. к. являются выгодной альтернативой с точки зрения экологии. Увеличивается спрос эко-заменители, так как люди начинают задумываться о своем будущем, о будущем своих детей.

Мы составили список наиболее актуальных товаров из «ЭКО», примеры которых приведены в таблице.

Экологическое образование, ориентированное на формирование ответственного отношения к окружающей среде, должно стать основным и

обязательным элементом общеобразовательной подготовки учащихся. Одним из важнейших принципов экологического образования является принцип непрерывности. Задача педагогов – привить детям интерес к экологической культуре, мотивировать их к бережному отношению к природе [3].

Таблица

Актуальные экотовары

Наименование товара	Шоппер	Экопродукты	Экологичная косметика
Описание товара	Сумка из «эко» материала	-	-
Фото			

Наши педагоги используют различные деловые игры на уроках экологии, географии. Работая в группах, дети решают интересные кейсы путем «мозгового штурма», разбирают актуальные на сегодняшний день вопросы, связанные с экологией в нашем городе.

Мы применяем несколько экологических игр. Например, экологическая игра с бизнес-уклоном. Обучающиеся делятся на команды (4–5 команд), педагог для каждой команды выдает раздаточный материал, листы А4, ватманы. Целью данной работы является создание предприятия и внедрение в него экологических продуктов, минимизация отходов и выбросов в окружающую среду, эффективная утилизация отходов. Практика показывает, что экология является очень важным и междисциплинарным предметом, т. к. включает в себя такие предметы как экономика, география и др. [4].

Также с обучающимися мы организуем различные мероприятия, посвященные экологическим проблемам, выезжаем в музеи, на выставки, на экскурсии на предприятиях города Екатеринбурга.

Нами был проведен анонимный опрос среди обучающихся 5-х классов МБОУ СОШ № 20 на тему экологического образования. Число участвовавших в опросе составило 71 человек, из которых 60 % в семье говорят об экологической культуре, 25 % не говорят, но они хотели бы знать об этом, 10 % – не интересно, 5 % воздержались от ответа. Результаты представлены на рисунке.

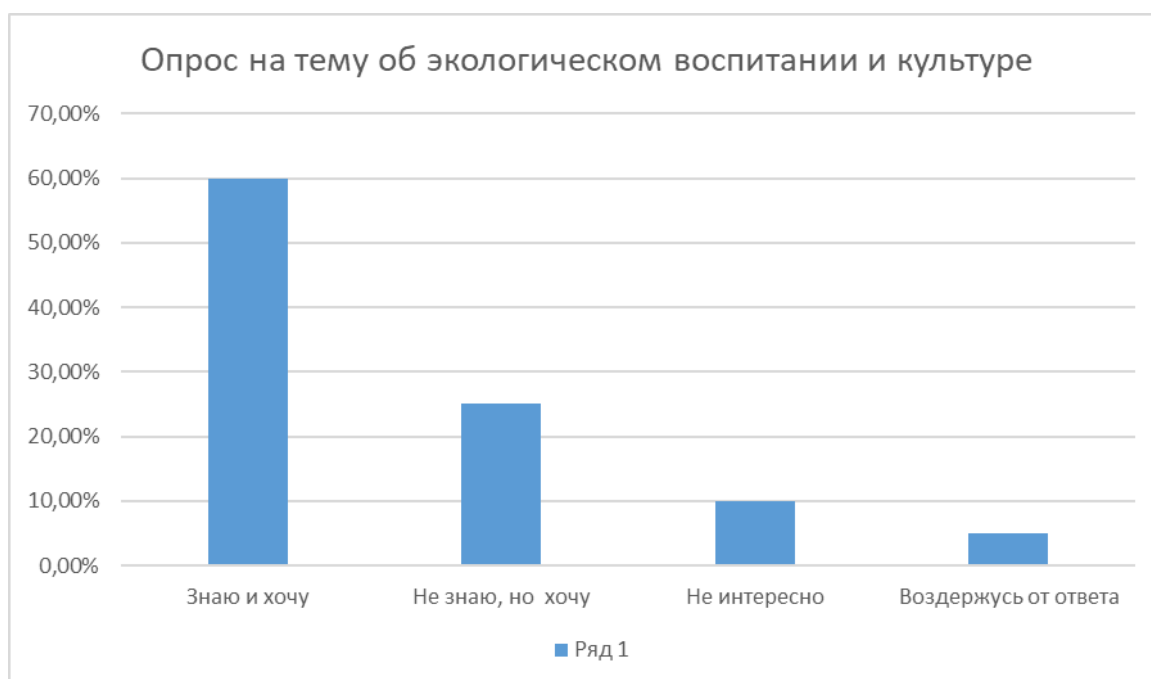


Рис. Опрос на тему об экологическом воспитании и культуре

Исходя из данной диаграммы можно сделать вывод, что большая часть обучающихся так или иначе сталкивались с темой экологического воспитания, родители заинтересованы в данном направлении и прививают детям бережное отношение к природе, окружающей среде.

В заключение хотелось бы сказать о важности экологического образования и культуры, так как от этого напрямую зависит наша жизнь на планете, прививая интерес детей к данному направлению, мы закладываем в них фундамент и формируем культуру, что является важным элементом становления личности и процветания страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева, С. Н. Теория и методика экологического образования детей: учеб. пособие / С. Н. Николаева. – М. : «Академия», 2012. – 336 с.
2. Каропа, Г. Н. Теоретические основы экологического образования школьников: учебник / Г. Н. Каропа. – Мн. : НМО, 2015. – 170 с.
3. Зверев, Н. Д. Экология в школьном обучении / Н. Д. Зверев. – М. : «Академия», 2013. – 193 с.
4. Экологическое воспитание школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pedsovet.su/publ/177-1-0-1126>.

S. A. Giyasov,

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Supervisor: Director of MBOU Secondary School No. 20 S. N. Somov

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND CULTURE

А. А. Ханжина,
Научный руководитель д.т.н., проф. Е. Р. Магарил
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ И СИСТЕМЫ ЦЕННОСТЕЙ КРУГОВОЙ ЭКОНОМИКИ

The relevance of the topic of the formation of consumer behavior and the impact on the circular economy are interconnected and overlapping issues for discussion. The value system of a modern person reflects his consumer behavior, which affect the economic development, also the values of the circular economy influence the paradigm of consumer behavior and form new human values.

Современное человечество живет в эпоху потребления и всеобщей доступности. Негативные воздействия на экосистемы, нараставшие в последние десятилетия, привели к социо-эколого-экономическим проблемам, которые невозможно игнорировать. В результате снижается качество как человеческих, так и природных ресурсов. Целью исследования является анализ представлений о ценностях круговой экономики и формировании потребительского поведения.

Модели потребления в системе экономических теорий рассматривают потребительское поведение человека, как одну из составных частей экономической деятельности. Согласно основным положениям неоклассической экономической теории, действия человека как потребителя подчинены утилитаристскому мотиву – стремлению к собственному благу, выражаемому в максимизации полезности [1].

Немалую роль играют психологические исследования в области потребительского поведения, ученым удалось сформировать свое видение ситуации, например, Бандура предложил перечень факторов, влияющих на потребление человека, который включает не только внутреннюю мотивацию человека и внешние факторы, но и «взаимодействие личностных факторов, включая мышление и познавательную способность, явлений окружающей среды и действий самого человека [2].

В поведенческой психологии (основатели Д. Канемана и А. Тверски) считали, что влияния различных ментальных состояний людей оказывает прямое

воздействие на принятие экономических решений, тем самым существенно отличаясь от стандартной экономической модели рациональности [3].

Актуальность экологических, экономических и социальных проблем способствует появлению циркулярной экономики, основанной на концепции устойчивого развития.

Концепция экономики замкнутого цикла (*circular economy, cyclic economy, closed-loop economy*), или циркулярной экономики в общем смысле определяет альтернативу традиционному экономическому механизму, основанную на возобновлении ресурсов и их замкнутом использовании на всех этапах цепочки создания ценности [4].

В 2015 году Организация Объединенных Наций (ООН) приняла глобальные цели устойчивого развития. Проект под названием «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» выносит на повестку 17 целей устойчивого развития (ЦУР) — *Sustainable Development Goals (SDG)*, которые сосредоточены на «экологических технологиях, сохранении стабильности социальных и культурных систем, обеспечении целостности биологических и природных систем» [5].

Рисунок демонстрирует концепцию циркулярной экономики. В основном в зарубежных странах, опираются на модель «3R» (*Reduce, Reuse, Recycle*), хотя уже удалось расширить модель до «10R» (*Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover*) [6], она не успела полноценно развиться на сегодняшний день, хотя предпосылки уже имеются.

На опыте Евросоюза (ЕС), осуществляющего экономические преобразования, соответствующие принципам циркулярной экономики, можно увидеть существенный рост и успешные проекты. Исходя из этого, цели по устойчивому развитию ООН, выглядят не просто «идеальной картинкой будущего», а вполне реалистичной и работоспособной системой.

Основной объем государственных инвестиций в экологическую устойчивость направлен на энергетику, строительную индустрию, транспорт, управление водными и земельными ресурсами.

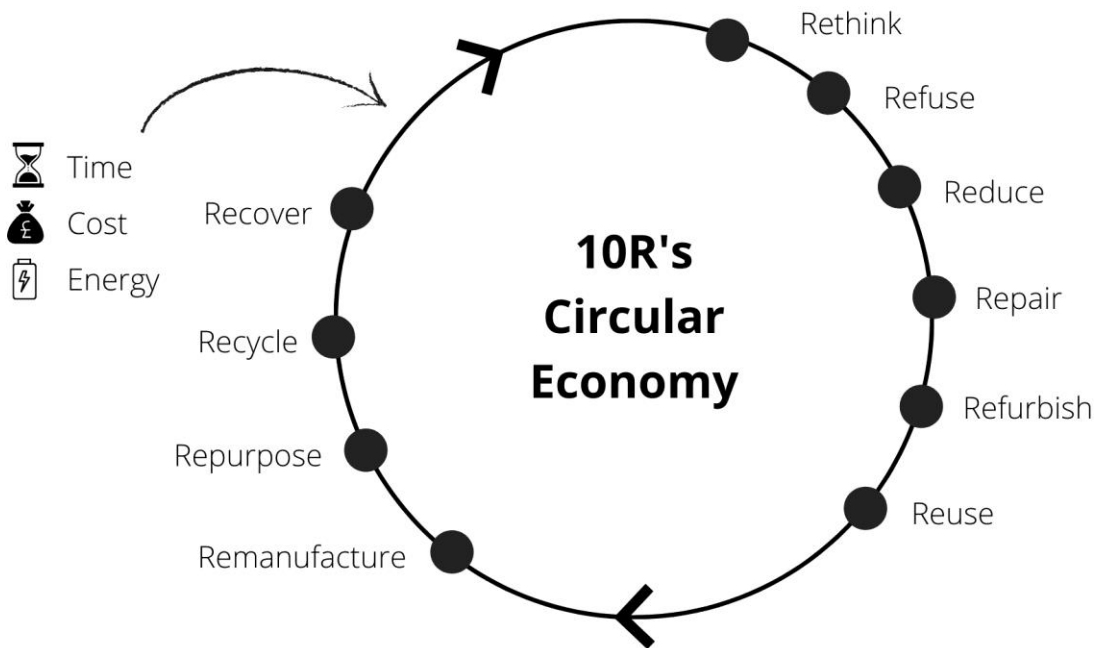


Рис. Концепция циркулярной экономики

Для реализации концепции устойчивой экономики, страны прибегают к совокупности политических мер — это экологические налоги, которые повышают стоимость потребления и загрязнения окружающей среды, регламентация средних пороговых уровней потребления энергии для автомобилей и введение мер промышленной политики. Так, в Бразилии — реализуется переход на биотопливо, в Дании — растет доля ветряной энергетики, в Китае — также развиваются возобновляемые источники энергии, в Германии — строятся экологически чистые здания, в Японии — расширяется доля «зеленого» транспорта, в Испании главный тренд — солнечная и ветряная энергия [7].

В докладе Европейской экономической комиссии ООН за период 2019–2021 годы председателями было отмечено необходимость цифровизации процессов циркулярной экономики, создание: электронный паспорт продукции, создание трансграничных цифровых систем отгрузки отходов и единой ИТ- системой отслеживания отходов в режиме реального времени [8].

По некоторым данным, чистая экономия затрат на материалы на промышленных предприятиях в циркулярной экономике на уровне ЕС может достигать 630 миллиардов долларов в год, в то время как в быстрорастущих

секторах потребительских товаров (упакованные продукты питания, одежда и напитки) чистая экономия материалов может превышать 700 миллиардов долларов в год [6].

Основы концепции циркулярной экономики сформулированы в докладе Фонда *Ellen MacArthur* [9]. В таблице представлены основные ее положения и характеристики.

Таблица

Фундаментальные положения Фонда *Ellen MacArthur*

Положение	Характеристика
Сохранение и увеличения природного капитала	Использовать изъятые природные ресурсы максимально продуктивным способом
Оптимизация доходности ресурсов	Изначально ориентироваться на восстановление и повторное использование в рамках нескольких замкнутых циклов
Эффективность циркулярной системы	Обеспечить системность каждого производственного этапа социальных, экономических и экономических систем
Безопасный круговорот материалов	Использовать не отравляющие компоненты для жизни человека, флоры и фауны

Таким образом, потребительское поведение человека складывается из внешних и внутренних факторов влияния, тенденция потребления указывает на экономическое и социально-экономическое развитие. Циркулярная экономика направлена на возобновление ресурсов и их максимальное использование, с минимизацией образования отходов. Опыт зарубежных стран показывает положительное воздействие мер, принятых по реализации циклической экономики, с точки зрения экономической, экологической и социальной эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Празян, Е. М. Современные теории потребительского поведения в экономике // Вестник Евразийской академии административных наук. – 2011. – № 3 (16). – С. 81–93.
2. Поведение потребления: Учебно-методический комплекс. Мартынова, О. В., – Казань, 2014.
3. Дементьева, И. Н. Теоретико-методологические подходы к изучению потребительского поведения // Проблемы развития территории – 2018. – № 1 (93). – С. 122–131.
4. Валько, Д. В. Циркулярная экономика: теоретическая модель и эффекты реализации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14. – № 8. – С. 1415–1429.
5. Кащеев, О. В., Усик, С. П., Вингерт, А. И. Ответственное потребление как новая парадигма культуры современного общества // Вестник славянских культур. – 2021. – Т. 61. – С. 127–135.
6. Гребенкин, А. В., Вегнер-Козлова, Е. О. Теоретические и прикладные аспекты концепции циркулярной экономики // Журнал экономической теории. – 2020. – Т. 17. – № 2. – С. 399–411.
7. Международное бюро труда Женева: Устойчивое развитие, достойный труд и зеленые рабочие места. – 2013. – № 5.
8. Европейская экономическая комиссия: Экономический и социальный совет при Организации Объединённых Наций (ООН) – 2021. – № 17.
9. Официальный сайт Ellen MacArthur Foundation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ellenmacarthurfoundation.org> (дата обращения 10.04.2022).

A. A. Khanzhina,
Scientific adviser d.t.s., prof. E. R. Magaril
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

CONSUMER BEHAVIOR AND THE VALUE SYSTEMS OF THE CIRCULAR ECONOMY

А. А. Ханжина, М. В. Березюк
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЗЕЛЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ FASHION ИНДУСТРИИ

The fashion industry is a separate and independent zone of environmental, economic and social influence. New values of consumer behavior, with the introduction of sustainable development goals, form a new paradigm of consumption, both among buyers and business models of companies. The policy of sustainable companies in the market is changing, new players appear, formed on the principles of sustainable development, outdated vision of strategic goals, becomes irrelevant and short-lived.

Генеральной Ассамблеей Организации объединённых наций (ООН) в 2015 году на Саммите по глобальному развитию была утверждена повестка дня по целям устойчивого развития, включающая 17 задач, достижение которых направлено на сохранение планеты для будущих поколений. Цели устойчивого развития (ЦУР) – *Sustainable Development Goals (SDG)* – представляют собой первую в истории универсальную матрицу для достижения процветающего будущего и охватывают наиболее важные аспекты жизни во всем мире: экономические, экологические и социальные [1].

Индустрия моды – это сектор экономики, имеющий отношение к созданию и реализации одежды и обуви, аксессуаров, ювелирных изделий и косметической продукции, объемы которых, в течение последних десятилетий неуклонно растут. Общий объем глобального рынка одежды, по данным *MarketLine*, составляет порядка 1,4 трлн долл. (почти 2% мирового ВВП, согласно статистике МВФ) [2].

Фондом *Ellen Macarthur* в 2017 году было опубликовано исследование «*New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future*», по данным которого, потери индустрии моды в рамках линейной экономики, без вторичного использования и переработки отходов отрасли составляют порядка 500 миллиардов долларов ежегодно [3].

Как любой вид экономической деятельности, индустрия моды оказывает прямое и косвенное воздействие на окружающую среду. Производство одежды вносит существенный вклад в проблему изменения климата, производя 1,2 млрд

тонн выбросов двуокиси углерода ежегодно [4]. Напрямую с этой сферой связана также проблема образования отходов и необходимость их вторичного использования и осознанного потребления.

Устойчивая мода (*Sustainable fashion*) – подход, связанный с изменением потребительского менталитета или принципа потребления. Он предполагает «замедление темпов изменения трендов и модных тенденций, переход на производство из переработанных материалов, цикличность использования материалов, сертификацию по экологическим стандартам и формирование этики потребления». Удовлетворять потребности настоящего времени без ущерба для способности будущих поколений – парадигма устойчивого экономического развития, которая может быть адаптирована и к модной индустрии.

Устойчивая мода подразумевает переход от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, основанный на ограничении потребления и ответственном использовании природных ресурсов [5].

ЦУР определяют современные тренды бизнес-стратегии *fashion*-индустрии в целом и направление политики брендов в частности, в области экологизации, социальной ответственности и перехода к устойчивому развитию.

На сегодняшний день, тенденция развития бизнес-моделей компаний, основывается на ценностях устойчивого развития, как новых компаний на рынке, так и крупных конгломератов. Компании, которые не делают ставку на устойчивость, становятся инвестиционно непривлекательными, неконкурентоспособными и невостребованными на рынке сбыта [6].

В качестве примера бренда, делающего акцент в своей деятельности на **социальной активности**, можно привести Американскую компанию по производству обуви *Toms*. Одной из задач компании является помощь нуждающимся людям в обувной продукции. Затем социальная поддержка была развернута в сторону гуманитарной, медицинской и жилищной помощи жителям стран Южной Америки, Южной Азии и Африки. Социальная идеология компании определяется как «один к одному», что подразумевает равенство количества проданных пар обуви и пар, отданных на благотворительность.

Компания *PANGAIA sustainable*-бренд базовой одежды, является примером компании, которая заложила в ценности своей миссии *экологические цели* устойчивого развития. Деятельность компании направлена на сохранение биоразнообразия и использование инновационных, экологичных технологий в сфере текстильной промышленности.

Сотрудничество с *Colorifix*, позволяет им использовать новые виды окрашивания продукции, которые требуют меньше количество воды, энергии, химических ингредиентов и уменьшить негативное воздействие на экосистемы. Еще одна инновационная компания под названием *Twelve* – совершает преобразование углерода из выбросов в атмосферный воздух, затем используя его в продукции [7].

По мимо этого, *PANGAIA* участвует в повышении уровня массового просвещения в области целей устойчивого развития, совместно с *SDGs (Sustainable Development Goals)*.

Крупные конгломераты в сфере *mass market*, *middle market* и *LUX*, глобально поменяли свою внутреннюю и внешнюю политику и бизнес-стратегии в направлении устойчивого развития, участвуют в новых программах в сфере экологизации, модернизируют производства.

В таблице 1, приведены примеры программ устойчивого развития *mass* и *middle market*.

В разделе *LUX* сегмента рассмотрены два крупных конгломерата *Kering* и *LVMH (Louis Vuitton Moët Hennessy)*. Компании постепенно переходят на цикличную бизнес-модель, их стратегии включают задачи, связанные с заботой об окружающей среде, рациональном использовании ресурсов и использованием инноваций в текстильной промышленности.

В таблице 2, перечислены проекты по деятельности компаний в устойчивом развитии *LUX* сегмента.

Не только производители одежды внедряют ценности устойчивого развития, но и онлайн-платформы для шопинга, заинтересованы в оптимизации логистических процессов.

Программы устойчивого развития компаний *mass* и *middle market*

Компания	Программы устойчивого развития
ZARA (Inditex)	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Green to pack</i> – сокращение количества упаковки, унификация и повторное использование материалов; – <i>Join Life</i> – использование лучших технологических процессов и экологически чистого сырья; – Сокращение потребления не возобновляемых природных ресурсов и переход на возобновляемые источники; – Глобальный проект с Фондом <i>Elle Macarthur</i> «<i>New plastics economy global commitment</i>»
Massimo Dutti (Inditex)	<ul style="list-style-type: none"> – Сотрудничество с социальными организациями; – «<i>Care for fiber</i>» – производство экологически чистого сырья (хлопок, лен, лиоцелл, модал); – Переработка шерсти, полиэстера, хлопка и целлюлозы; – «<i>Fur Free Retailer</i>» и «<i>PETA</i>» - этичное обращение с животными; – «<i>Care for water</i>» – инновационные технологии для рационального потребления воды; – «<i>Care for planet</i>» – программа по сокращению внешнего влияния на ОС; – Глобальный проект с Фондом <i>Elle Macarthur</i> «<i>New plastics economy global commitment</i>»
MANGO	<ul style="list-style-type: none"> – Обеспечение прозрачности цепочек поставок; – «<i>Committed</i>» – включает все виды изделий с экологически устойчивыми характеристиками; – Сотрудничество с ZDHC «<i>Roadmap to Zero</i>» – эффективные методы работы с химическими веществами; – Программа совместно с <i>Canopy Style</i> – направлена на защиту лесов и ответственного использования целлюлозы
H&M (Hennes & Mauritz)	<ul style="list-style-type: none"> – Партнерство с Фондом <i>Elle Macarthur</i> и <i>Make Fashion Circular</i>; – Повысить долю переработанных материалов с 17,9 % (2021 года) до 30 % (2025 года); – Защита и расширение прав женщин; – <i>Circulator</i> – цифровой инструмент для разработки дизайна циркулярности; – Создание облигаций, связанные с устойчивым развитием; – Сокращение выбросов парниковых газов на 20% собственных источника компании и 10 % у посредников
Uniqlo (Fast Retailing Co.)	<ul style="list-style-type: none"> – Обеспечение условия труда для сотрудников и для работников фабрик-партнеров; – Применение экологических стандартов <i>Sustainable Apparel Coalition (SAC)</i>; – «<i>RE.Uniqlo</i>» – сбор одежды с благотворительными фондами, увеличение вторичного ресурсов, сокращение первичных ресурсов
Tommy Hilfiger (PVH Corp.)	<ul style="list-style-type: none"> – «<i>Circle Round</i>» – программа по созданию замкнутого цикла производства; – «<i>Made for Life</i>» – программа по защите окружающей среды от производства до продажи; – «<i>Everyone Welcome</i>» – инклюзивность и доступность бренда; – «<i>Opportunity for All</i>» – устойчивое развитие компании

Проекты по устойчивому развитию Kering и LVMH

<i>Kering</i>	<i>LVMH</i>
Лаборатории материальных инноваций (<i>MIL</i>);	Компания стремится к прозрачности бизнес-модели и отношений со своими клиентами;
Совместные образовательные программы с международными университетами включающие все аспекты устойчивого развития;	Партнерство с компанией <i>Wetrun</i> , которая предлагает инновационные решения в области вторичной переработки текстиля;
Компания разработала инновационный инструмент для измерения и количественной оценки воздействия своей деятельности на окружающую среду (<i>EP & L</i>);	Реализация сложного ремонта изделий, переработку или повторное использование ценных материалов (кожа, мех и т.д.);
Группа разработала платформу для обучения поставщиков и внедрила специальные программы, направленные на сохранение векового ремесла и местных традиций.	– « <i>LIFE 360</i> » – усовершенствованная программа замкнутого цикла экономики. (компания вводила ценности устойчивого развития с 2006 года).

Так, компания *Farfetch*, делает уклон на углеродно-нейтральной доставке продукции и инвестирует в независимые сертифицированные экологические проекты, которые помогут снизить углеродный след от пересылки каждой покупки и возврата. Проекты соответствуют стандартам *Gold Standard*, Американского углеродного реестра (*American Carbon Registry*) и *Verified Carbon Standard* [8].

Таким образом, принятие целей устойчивого развития всем мировым сообществом нашло свое отражение и в *fashion*-индустрии, в рамках изменения политики компаний на протяжении всего жизненного цикла создания продукции, разработки новых технологий, участия в социальных проектах, сотрудничества с компаниями для достижения целей устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кащеев, О. В., Усик, С. П., Вингерт, А. И. Ответственное потребление как новая парадигма культуры современного общества // Вестник славянских культур. – Москва, 2021. – Т. 61. – С. 127–135.

2. Седых, И.А. Индустрия моды // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. – Москва, 2019.

3. Официальный сайт Фонда Elle Macarthur [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy> (дата обращения 12.04.2022).

4. Fixing fashion: clothing consumption and sustainability / House of Commons Environmental Audit. – London, 2019.

5. Официальный сайт Википедии Устойчивая мода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Устойчивая_мода (дата обращения 12.04.2022).

6. Copenhagen Business School: Sustainable Fashion [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/sustainable-fashion/home/welcome> (дата обращения 12.04.2022).

7. Официальный сайт PANGAIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pangaia.com> (дата обращения 12.04.2022).

8. Добронравова, Ю. А. Устойчивая индустрия моды в ЕС: роль инноваций // *Beneficium*. – Санкт-Петербург, 2019. – № 2(31) – С. 4–12.

A. A. Khanzhina, M. V. Berezyuk
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

GREEN INITIATIVES FASHION INDUSTRY

Научное электронное текстовое издание

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Сборник трудов

XVI очной международной научно-практической конференции

(Екатеринбург, 19–20 мая 2022 г.)

Компьютерная верстка

*И. В. Рукавишникова
Ю. В. Пластинина*

Дизайн обложки

Электронный формат – pdf

Объем --- уч.-изд. л.

620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19
Информационный портал УрФУ

<http://www.urfu.ru>